Ueber die

Veränderung der Refraction und Sehschärfe

nach Entfernung der Linse.

Von

Dr. **K. Bjerke,**

Augenarzt in Linköping.

Mit zwei Figuren im Text.

Sonder-Abdruck aus „v. Graefe's Archiv für Ophthalmologie“ LIII. Band, 3. Heft.
Leipzig, Wilhelm Engelmann. 1902.

Über die

Veränderung der Refraktion und Sehschärfe

nach Entfernung der Linse

Akademische Abhandlung

welche mit Zustimmung der Medicinischen Fakultät zu Uppsala
zur Erlangung des Medicine Doktorgrades
zu öffentlicher Prüfung vorgelegt wird
im Hörsaal des Physiologischen Institutes

Mittwoch d. 28 Mai 1902

vorm. 10 Uhr

von

K. Bjerke

CAD.
D.BAT.
IBL.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548928_0085

Ueber die Veränderung der Refraction und Sehschärfe nach Entfernung der Linse.

Von

Dr. K. Bjerke,
Augenarzt in Linköping.

Mit 2 Figuren im Text.

I. Refraction.

Da nach der Staaroperation die Patienten gewöhnlich + 10 D zum deutlichen Sehen in der Ferne gebrauchen, so hätte man vielleicht auch erwarten können, dass eine Myopie von 10 D nach der Entfernung der Linse in Emmetropie umgewandelt würde.

Die Refractionsverminderung betrug bedeutend mehr als 10 D und zwar so viel, dass Fukala zu ihrer Erklärung neben einer Achsenmyopie auch eine Linsenmyopie annahm. Wenn die Myopie durch Veränderung der brechenden Medien und speciell durch zu hohen Brechwerth der Linse bedingt und die Länge des Auges nicht verändert wäre, so würde auch das myopische Auge, ungeachtet des Grades von Myopie im aphakischen Zustande, dasselbe Correctionsglas für die Ferne gebrauchen, das wir gewöhnlich unseren Staarpatienten geben müssen. Dies trifft aber nicht zu. Also muss mindestens ein Theil der Myopie durch Achsenverlängerung verursacht werden.

Wäre aber der brechende Apparat immer gleich und die Myopie nur durch Achsenverlängerung veranlasst, so hätte auch, da bei einem und demselben Grade von Myopie die Länge der Augenachse immer gleich wäre, jedes Auge, das denselben Grad von Myopie hat, im aphakischen Zustande ein gleich starkes Correctionsglas für die Ferne nöthig. Dies trifft aber nicht zu. Man findet Verschiedenheiten bis 10 D. Wenn auch ein Theil dieser Verschiedenheiten sich durch fehlerhafte Refractionsbestimmungen erklären lässt, so lassen sich doch nicht alle dadurch erklären. Vielmehr müssen wir einen grossen

Theil davon Verschiedenheiten des brechenden Apparates des Auges zuschreiben. Dass die Hornhautrefraction und die Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel wechselt, wissen wir. Variirt auch der statische Brechwerth der Linse? Ich werde später die Frage zu beantworten versuchen.

Badal hat im Jahre 1878 folgende Formel zur Berechnung der primären Refraction des linsenhaltigen Auges, wenn man die Refraction des linsenlosen Auges kennt, angegeben. Wenn $x =$ die Entfernung der Retina vom hinteren Brennpunkt des linsenhaltigen Auges, N die Correctionslinse, welche, im vorderen Brennpunkte aufgestellt, die Ametropie corrigirt, ist, so ist, da sich die Brennweite der Correctionslinse und die Entfernung der Netzhaut vom hinteren Brennpunkte wie zwei conjugirte Brennweiten verhalten, $x = f_1 f_2 N / f_1 f_2 =$ die vordere resp. hintere Brennweite des linsenhaltigen Auges. Wenn $y =$ die Entfernung der Retina vom hinteren Brennpunkte des aphakischen Auges, N die Correctionslinse, die in den vorderen Brennpunkt des aphakischen Auges gesetzt, die die Ametropie corrigirt und $\varphi_1 \varphi_2 =$ vordere resp. hintere Brennweite des aphakischen Auges sind, so erhält man in ähnlicher Weise $y = N \varphi_1 \varphi_2$. Mit den Constanten des schematischen Auges von Listing erhält man $x = 0{,}020$ m $. 0{,}015$ m N und $y = 0{,}0237$ m $. 0{,}0317$ m N. Die Länge des Auges wird $= 31{,}7$ mm $- 0{,}75$ mm N. Da die Länge des emmetropischen Auges nach Listing $= 23{,}3$ mm ist, wird die Differenz zwischen dem ametropischen und emmetropischen Auge $= 31{,}7$ mm $- 0{,}75$ mm $N - 23{,}3$ mm, und da $0{,}3$ mm einer Dioptrie entspricht, $R_1 = \frac{31{,}7 - 0{,}75\,N - 23{,}3}{0{,}3}$; $N = R_2 =$ die im vorderen Brennpunkte aufgestellte die Ametropie des linsenlosen Auges für die Ferne corrigirende Linse in Dioptrien.

Épéron hat folgende Formel zur Berechnung der Refraction nach Beseitigung der Linse angegeben (Correctionsglas im vorderen Brennpunkte).

$$R_2 = \frac{1000}{24 + \frac{R_1}{3}} \text{ 32,5 D.}$$

24 mm $=$ die Länge des emmetropischen Auges, $R_1 =$ die Refraction des linsenhaltigen, $R_2 =$ die Refraction des linsenlosen Auges, 32,5 D $=$ reciproker Werth der hinteren Brennweite der Hornhaut. Ostwalt hat bewiesen, dass das rechte Glied der Formel mit $n =$ Brechungsindex des Kammerwassers multiplicirt werden muss.

Hirschberg, Ostwalt, Pflüger haben folgende Formeln (Correctionslinse im vorderen Brennpunkte) angegeben:

$$R_2 = \left(11 - \frac{R_1}{2}\right) \text{D Ostwalt,}$$

$$R_2 = \left(10 - \frac{R_1}{2}\right) \text{D Hirschberg,}$$

$$R_2 = \left(10 - \frac{R_1}{2}\right) \text{D Pflüger.}$$

Da Hirschberg seine Formel mit Hilfe der optischen Constanten des

schematischen Auges von v. Helmholtz und Pflüger seine Formel mit Hilfe der Constanten des schematischen Auges von Tscherning abgeleitet hat, so könnte man glauben, dass das schematische Auge von v. Helmholtz demjenigen von Tscherning gleich wäre. Dies ist aber nicht der Fall.

Stadtfeld hat mittels der Formel

$$\frac{F_1}{f_1} + \frac{F_2}{f_2} = 1$$

und das schematische Auge von Tscherning folgende Tafel berechnet:

Linsenhaltiges Auge + 7 + 5 + 3 + 1 0 — 1 — 3 — 5 — 7,
dasselbe Auge aphakisch + 15 + 13,8 + 12,5 + 11,3 + 10,6 + 10,1 + 8,9 + 7,8 + 6,6.
Linsenhaltiges Auge — 9 — 11 — 13 — 15 — 17 — 19 — 21 — 23 — 25,
+ 5,5 + 4,4 + 3,4 + 2,3 + 1,7 + 0,2 — 0,8 — 1,8 — 2,7.

Bihler hat mit den Constanten des schematischen Auges von v. Helmholtz, die Refraction nach der Entfernung der Linse, bei Verschiedenheiten der Hornhautrefraction in folgender Weise berechnet:

$$R_2 = \frac{S - \varphi_2}{S \cdot \varphi_1}, \qquad \varphi_1 = \frac{\varrho}{n-1}, \qquad \varphi_2 = \frac{n\varrho}{n-1},$$

ϱ = Radius der Hornhautvorderfläche, n = Brechungsindex des Kammerwassers, S = Länge des Auges $= l_2 + 22{,}819$, da 22,819 = Länge des emmetropischen Auges ist.

$$l_2 = \frac{F_1 F_2}{r - F_1}, \qquad F_1 = \frac{f_1 \varphi}{f_2 + \varphi - \delta}, \qquad F_2 = \frac{f_2 \varphi}{f_2 + \varphi - \delta},$$

F_1, F_2 = vordere resp. hintere Brennweite des linsenhaltigen Auges, $f_1 f_2 = \varphi_1 \varphi_2$ = vordere, resp. hintere Brennweite des aphakischen Auges, φ = Brennweite der Linse, δ = die Entfernung des ersten Hauptpunktes der Linse vom Hornhautscheitel, r = die Entfernung des Punctum remotum des linsenhaltigen Auges vom ersten Hauptpunkte. Den Grad der Ametropie misst er 15 mm vor dem Hornhautscheitel.

Pflüger hat die Refraction des aphakischen Auges bei Variationen der Hornhautrefraction mit den Constanten des schematischen Auges von Tscherning berechnet:

$$R_2 = \frac{S - \varphi_2}{S \varphi_1},$$

S = Länge des Auges $= H + Se$; Se = Länge des emmetropischen Auges bei verschiedenen Hornhautrefractionen. $Se = \Phi_2 + h_2$; Φ_2 = die hintere, Φ_1 = die vordere Brennweite des linsenhaltigen Auges. $h_2 = 1{,}86$ = Ort des zweiten Hauptpunktes.

$$H = R_1 L_{,,} = R_1 \cdot \frac{\Phi_1 \Phi_2}{1000} \text{ linsenhaltigen Auges,}$$

$$Y = R_2 l_{,,} = R_2 \frac{\varphi_1 \varphi_2}{1000} \text{ linsenloses Auge}$$

(Correctionslinse im vorderen Brennpunkt des linsenhaltigen und linsenlosen Auges).

Die Brechkraft der Hornhaut in Dioptrien ausgedrückt, R in mm wäre:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1000 \,.\, (n-1)}{R} = \frac{337{,}5}{R},$$

φ = Brennweite der Linse = 62,46. δ = Ort des ersten Knotenpunktes der Linse = 5,86. Für die verschiedenen Hornhautrefractionen findet er:

$$HR\ 50\ \mathrm{D}\ R_2 = 9 \quad - \frac{R_1}{1{,}8}$$

$$HR\ 49\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}1 - \frac{R_1}{1{,}8}$$

$$HR\ 48\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}4 - \frac{R_1}{1{,}8}$$

$$HR\ 47\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}4 - \frac{R_1}{1{,}85}$$

$$HR\ 46\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}6 - \frac{R_1}{1{,}85}$$

$$HR\ 45\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}6 - \frac{R_1}{1{,}9}$$

$$HR\ 44\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}7 - \frac{R_1}{1{,}92}$$

$$HR\ 43\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}9 - \frac{R_1}{1{,}945}$$

$$HR\ 42\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}9 - \frac{R_1}{2}$$

$$HR\ 41\ \mathrm{D}\ R_2 = 9{,}9 - \frac{R_1}{2{,}04}$$

$$HR\ 40\ \mathrm{D}\ R_2 = 10 \quad - \frac{R_1}{2{,}075}$$

$$HR\ 39\ \mathrm{D}\ R_2 = 10 \quad - \frac{R_1}{2{,}12}$$

$$HR\ 38\ \mathrm{D}\ R_2 = 10 \quad - \frac{R_1}{2{,}16}$$

Die vorher angeführten Autoren haben für die Ableitung ihrer Formeln Badal's Formel oder Modificationen derselben benutzt.

Badal nimmt an, dass die Correctionslinse sowohl für das linsenhaltige als auch für das aphakische Auge im vorderen Brennpunkte aufgestellt ist. Sobald wir das linsenhaltige Auge corrigiren, ist dies wohl meistens der Fall, aber bei Correction des aphakischen Auges nicht. Der Fehler wird grösser, je stärkere Gläser wir für die Correction gebrauchen, wenn wir unsere Rechnung für einen Punkt, in welchem die Gläser nicht aufgestellt sind, ausführen.

Bihler setzt das emmetropische Auge gleich 22,819 mm. Das emmetropische Auge hat aber verschiedene Längen bei verschiedenen Hornhautrefractionen, welche nothwendig zu berechnen sind. Wenn

man die Wirkungen einer variablen Grösse studiren will, muss man sie als variabel in allen Fällen, in denen sie vorkommt, und nicht, wie Bihler, als variabel in einigen und constant in anderen einsetzen.

Pflüger hat dadurch, dass er die Länge des emmetropischen Auges gleich $h_2 + \Phi_2$ setzt und Φ_2 für die verschiedenen Hornhautrefractionen berechnet, theilweise diesen Fehler berichtigt, aber h_2 setzt er immer gleich 1,86 mm, obgleich h_2 in Wirklichkeit mit den verschiedenen Hornhautrefractionen wechselt.

Schoen hat berechnet, dass durch eine Verschiebung der Linse nach hinten um 1 mm der Grad der Myopie um $1^1/_2$ D vermindert wird.

Ehe man die Refraction des aphakischen Auges im voraus berechnet, ist jedenfalls nöthig, die Refraction des linsenhaltigen Auges zu bestimmen, und wenn man auch die Verschiedenheit der Hornhautrefraction und der Tiefe der Vorderkammer in die Rechnung einführt, die Hornhautrefraction und die Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel zu messen.

Durch die Methode von Donders wird die Refraction in der Weise, dass man den Patienten die Sehproben in der Entfernung von 5 m lesen lässt, bestimmt. Das schwächste Concavglas und das stärkste Convexglas, das ihm die grösste Sehschärfe giebt, ist ein Mass der Refraction.

Sobald es sich um hochgradige Myopen handelt, kann doch diese Methode ihre Fehlerquellen haben. Die Entfernung des Glases von der Hornhaut ist sicher nicht immer gleich. Die Gesichtsbildung, prominente oder tiefliegende Augen, können diese Entfernung verschieden gestalten. Bei den höheren Graden von Myopie giebt 2 bis 3 mm einen grossen Fehler der Refraction. Es kommt noch dazu, dass die hochgradigen Myopen meistens eine schlechte Sehschärfe haben, und es kann somit schwer entschieden werden, ob ein Glas die Sehschärfe verbessert oder nicht.

Bestimmt man die Refraction mit dem Ophthalmoskop im aufrechten Bild, besteht ebenfalls die Schwierigkeit, das Ophthalmoskop während der Untersuchung in ein und derselben Entfernung zu halten. Die Accommodation spielt keine grosse Rolle, sobald der Untersucher die Methode beherrscht.

Man kann auch direct die Entfernung des Fernpunktes vom Auge messen. Man lässt den Patienten entweder feine Schrift lesen, oder kleine Gegenstände, wie Drähte, Punkte unterscheiden, und misst die Entfernung des Gegenstandes vom Auge. Die hochgradigen Myopen besitzen aber oft eine grosse Fähigkeit, die Zerstreuungskreise zu

deuten, und diese Fähigkeit hilft jedenfalls dem Patienten, die kleinen Gegenstände in verschiedener Entfernung vom Auge zu unterscheiden. Otto hat in diesem Archiv einen Apparat, der für die directe Bestimmung des Fernpunktes grosse Vortheile besitzt, beschrieben.

Den vorher erwähnten Misslichkeiten könnte man, wenn auch nicht immer, so doch grösstentheils entgehen. Durch Verwendung einer Probirbrille, welche es ermöglicht, die Correctionsgläser auf eine bestimmte Entfernung vom Hornhautscheitel oder Hauptpunkte der Hornhautrefraction einzusetzen. Macht man den Theil, der die Gläser hält, in der Richtung von vorn nach hinten, um etwa 5 mm beweglich, befestigt man an diesem eine kleine Visirscheibe in der Weise, dass sie auf der Entfernung d (15 mm) nach hinten vom Brillenbogen entsprechend dem äusseren Augenwinkel in der Frontalebene steht, und giebt man dem Brillengestell eine feste Stellung durch Fixation hinter dem Ohr, so kann man von der Seite, während der Patient gerade nach vorn sieht, visirend das Correctionsglas 15 mm vom Hornhautscheitel oder, was dasselbe ist, vom Hauptpunkte der Hornhautrefraction einstellen. Man würde hierdurch viel sicherere und mit einander vergleichbarere Ausdrücke der Refraction mit der Donders'schen Methode als bisher erhalten. Bei der Bestimmung der Refraction im aufrechten Bilde mit dem Ophthalmoskop setzt man in das Brillengestell ein Glas, das der Myopie ungefähr entspricht, ein und misst dann mit dem Ophthalmoskop die Refraction.

Will man den Fernpunkt direct bestimmen, hat man nur die Entfernung des Gegenstandes vom Brillengestell aus zu messen.

Man kann somit die Ergebnisse aller Methoden der Donders'schen ophthalmoskopischen, skiaskopischen und der directen Bestimmung des Fernpunktes mit einander vergleichen und somit die grösste Aussicht haben, ein möglichst richtiges Resultat zu erreichen.

Die Hornhautrefraction giebt uns das Ophthalmometer von Javal und Schiötz an.

Zum Messen der Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel haben wir die Methoden von v. Helmholtz, Donders, Blix und Tscherning. Die Methode von v. Helmholtz ist zu complicirt, um praktisch zu sein.

An dem Donders'schen Instrument kann man den apparenten Werth direct ablesen. Um den wirklichen Werth zu finden, muss man eine Rechnung ausführen. Da der praktische Ophthalmologe wenig Zeit zu seiner Verfügung hat, ist es am besten, eine Tabelle im voraus für die verschiedenen Hornhautrefractionen auszurechnen.

Nennen wir δ den wirklichen Werth und ϑ den apparenten Werth der Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel, n den Brechungsindex des Kammerwassers, ϱ den Hornhautradius, so können wir die Tabelle mit der Formel

$$\frac{\varrho}{(n-1)\,\vartheta} + \frac{n\varrho}{(n-1)\,\delta} = 1$$

ausrechnen. Man hat nur den apparenten Werth an dem Instrument abzulesen. In der Tabelle findet man gleich den wirklichen Werth.

Blix hat für sein Ophthalmometer eine Tabelle ausgerechnet. Man braucht nur den Winkel, den die beiden Mikroskoptuben bilden, abzulesen und hat in der Tabelle den dem Winkel entsprechenden Werth. Leider ist die Tabelle nicht für grössere Verschiedenheiten von δ ausgerechnet.

Eine solche Tabelle kann man wohl auch für das Ophthalmophakometer von Tscherning ausrechnen, wenn man (siehe Optique physiologique par Tscherning) den Winkel, welchen Tscherning c nennt, immer gleich gross macht, indem man den Cursor A immer in derselben Entfernung vom Fernrohr stellt. Man erhält dann leicht mit der vorher angegebenen Formel und der Formel von Tscherning folgende Formeln zur Berechnung der Tabelle:

$$\delta = \frac{\sin c - \sin d}{\sin c - \frac{n-1}{n}\sin d}$$

und

$$\sin d = \sin c \,\frac{\varrho - \delta}{\varrho - \frac{n-1}{n}\,\delta}$$

giebt man c immer denselben Werth und d für ϱ_0 die Werthe $d_1\ d_2\ d_3$ etc. und für ϱ_1 die Werthe $d_1\ d_2\ d_3\ \ldots$, erhält man eine Tabelle:

	ϱ_0	ϱ_1	ϱ_2	ϱ_3	ϱ_4
d_1	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5
d_2	δ'	δ''	δ'''		
d_3		etc.			

Solche Tabellen werden dem Praktiker, der sich dafür interessirt, die Messung der Tiefe der Vorderkammer, welche Methode er auch wählt, bedeutend erleichtern.

Folgende kleine Tabelle auf S. 518 kann als Beispiel dienen.

Haben wir also die Refraction des linsenhaltigen Auges, die Hornhautrefraction und die Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel gemessen, können wir zur Berechnung der Refraction des aphakischen Auges gehen. Um diese Rechnung aus-

Hornhaut refraction	ϑ = oder apparenter Werth der δ								
	$\delta =$ 3,04 mm	$\delta =$ 3,29 mm	$\delta =$ 3,54 mm	$\delta =$ 3,79 mm	$\delta =$ 4,04 mm	$\delta =$ 4,29 mm	$\delta =$ 4,54 mm	$\delta =$ 4,79 mm	$\delta =$ 5,04 mm
50 D	2,566	2,807	3,053	3,304	3,561	3,824	4,092	4,367	4,647
49	2,56	2,8	3,044	3,294	3,549	3,81	4,076	4,348	4,627
48	2,553	2,793	3,034	3,283	3,536	3,795	4,059	4,329	4,605
47	2,547	2,786	3,025	3,273	3,524	3,983	4,044	4,312	4,587
46	2,54	2,777	3,016	3,262	3,511	3,767	4,027	4,292	4,563
45	2,534	2,769	3,007	3,251	3,499	3,752	4,011	4,274	4,543
44	2,527	2,76	2,998	3,24	3,486	3,738	3,994	4,255	4,518
43	2,521	2,753	2,989	3,23	3,475	3,724	3,979	4,238	4,502
42	2,515	2,746	2,98	3,219	3,462	3,71	3,962	4,219	4,481
41	2,509	2,738	2,971	3,209	3,451	3,697	3,947	4,202	4,462
40	2,503	2,731	2,963	3,199	3,44	3,684	3,932	4,184	4,443
39	2,496	2,723	2,954	3,188	3,427	3,669	3,916	4,166	4,421
38	2,49	2,716	2,945	3,178	3,415	3,656	3,901	4,149	4,402

zuführen, ist es nöthig, etwas gemeinsames für das linsenhaltige und linsenlose Auge zu suchen. Im Hauptpunkte der Hornhautrefraction haben wir einen (gemeinsamen) Punkt, der dem Vollauge wie dem aphakischen angehört, von dem wir die Entfernungen rechnen können, und in der Achsenlänge eine Grösse, die bei dem linsenhaltigen und linsenlosen Auge gleich ist.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir folgende Bezeichnungen einführen:

$a\ b$: Conjugatbrennweite.

$f_1\ f_2$: vordere resp. hintere Brennweite des aphakischen Auges.

$F_1\ F_2$: vordere resp. hintere Brennweite des Vollauges.

$h_1\ h_2$: Die Entfernung des vorderen resp. hinteren Hauptpunktes des Vollauges vom Hauptpunkte der Hornhautrefraction.

$h_3\ h_4$: die Entfernung des vorderen resp. hinteren Hauptpunktes von der vorderen resp. hinteren Linsenfläche.

δ: die Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel.

φ: die Brennweite der Linse; e = die Dicke der Linse.

ϱ_0: Radius der Hornhautvorderfläche.

ϱ_1: Radius der Linsenvorderfläche.

ϱ_2: Radius der Linsenhinterfläche.

n: Brechungsindex des Kammerwassers und des Glaskörpers = 1,3365.

n_r: der totale relative Brechungsindex der Linse.

d: die Entfernung des Correctionsglases, vom Hauptpunkte der Hornhaut.

$$\text{Linsenrefraction} = \frac{1}{\varphi}.$$

H: der Grad von Hypermetropie, den ein vorher emmetropisches Auge nach Beseitigung der Linse erhält.

M: der erforderliche Grad von Myopie eines linsenhaltigen Auges, um im aphakischen Zustande emmetropisch zu werden.

$$f_1 = \frac{\varrho_0}{n-1},\quad f_2 = \frac{n\varrho_0}{n-1}\cdot F_1 = \frac{f_1\varphi}{f_2+\varphi-(\delta+h_3)},$$

$$F_2 = \frac{f_2\varphi}{f_2+\varphi-(\delta+h_3)} \qquad h_1 = \frac{f_1(\delta+h_3)}{f_2+\varphi-(\delta+h_3)},$$

$$h_2 = \delta + e - h_4 - \frac{\varphi(\delta+h_3)}{f_2+\varphi-(\delta+h_3)}.$$

Hornhautrefraction $D = \frac{1}{f_1} = \frac{n-1}{\varrho_0}$.

x: Refraction des Vollauges; y: Refraction des aphakischen.

Setzen wir in die Formel des aphakischen Auges $\frac{1}{a}+\frac{n}{b}=\frac{1}{f_1}$ anstatt b die Achsenlänge des Vollauges $= h_2 + F_2 + l_2$, wo

$$l_2 = \frac{F_1F_2}{\frac{1000}{x}-(F_1-h_1)} \text{ ist,}$$

multipliciren wir mit 1000 und setzen wir $\frac{1000}{a}=y$, so erhalten wir:

$$y + \frac{n1000}{h_2+F_2+\frac{F_1F_2}{\frac{1000}{x}-(F_1-h_1)}} = \frac{1000}{f_1} \qquad (1)$$

(Mass in Millimetern und Dioptrien.)

Diese Formel gilt, falls die Correctionsgläser gleich nahe der Hornhaut stehen.

Setzen wir $\frac{1000}{f_1}=k$ in die Formel (1), so erhalten wir nach gewöhnlichen algebraischen Transformationen:

$$y = \frac{k\left[h_2+F_2+\frac{[F_1F_2-(F_1-h_1)(h_2+F_2)]x}{1000}\right]-n1000+n(F_1-h_1)x}{h_2+F_2+\frac{[F_1F_2-(F_1-h_1)(h_2+F_2)]x}{1000}} \qquad (1a)$$

oder

$$y = \frac{k\left[h_2+F_2+\frac{[F_1F_2-(F_1-h_1)(h_2+F_2)]x}{1000}\right]-n1000+n(F_1-h_1)x}{h_2+F_2+\frac{[h_1h_2+(nh_1-h_2)F_1]x}{1000}}. \qquad (1b)$$

In dem Ausdruck $\frac{[h_1 h_2 + (h_1 n - h_2) F_1] x}{1000}$ ist $h_1 n$ nahezu gleich h_2 und mithin ist $(h_1 n - h_2) F_1$ sehr klein. Das Product $h_1 h_2$ wird nicht eine einzifferige Zahl übersteigen, dividirt mit 1000 und multiplicirt mit dem höchsten Werth (etwa 30 D), den wir x geben, wird es nur auf die Decimale des Nenners einwirken.

Wir können also sehr gut diesen Ausdruck aus der Rechnung weglassen.

Nach Einsetzen von $\frac{1000}{f_1}$ anstatt k erhalten wir:

$$y = \frac{\frac{1000}{f_1}\left[h_2 + F_2 + \frac{[F_1 F_2 - (F_1 - h_1)(h_2 + F_2)] x}{1000}\right] - n\,1000 + n(F_1 - h_1) x}{h_2 + F_2} \qquad (1c)$$

Setzen wir $y = 0$; also wenn das aphakische Auge emmetropisch wird, so erhalten wir:

$$x = \frac{[f_2 - (h_2 + F_2)]\,1000}{F_1 F_2 + [f_2 - (h_2 + F_2)](F_1 - h_1)} = M_c .$$

und wenn $x = 0$ ist, also wenn das Vollauge emmetropisch war:

$$y = -\frac{[f_2 - (h_2 + F_2)]\,1000}{f_1 (h_2 + F_2)} = -H_c .$$

Man kann durch gewöhnliche algebraische Transformationen sich überzeugen, dass die Gleichung 1c unter die Form

$$y = \frac{H_c}{M_c} x - H_c \qquad (1d)$$

gebracht werden kann.

Diese Gleichung giebt Myopie positiv, Hypermetropie negativ. Myopie ist ja eigentlich eine positive Refraction. Hypermetropie eine negative. Wollen wir die Correctionsgläser haben, müssen wir das rechte Glied mit — multipliciren und erhalten:

$$y = H_c - \frac{H_c}{M_c} x .$$

Messen wir die Refraction im vorderen Brennpunkte des Vollauges, erhalten wir:

$$\frac{1}{\frac{1000}{y} + F_1 - h_1} + \frac{n}{h_2 + F_2 + \frac{F_1 F_2 x}{1000}} = \frac{1}{f_1} \qquad (2)$$

und nach Transformation:

$$y = \frac{F_1 F_2 x - 1000\,[f_2 - (h_2 + F_2)]}{(h_2 + F_2) f_1 + [f_2 - (h_2 + F_2)](F_1 - h_1) + \frac{[f_1 - (F_1 - h_1)] F_1 F_2 x}{1000}} . \qquad (2a)$$

Setzen wir $y = 0$, so erhalten wir:

$$x = \frac{1000\,[f_2 - (h_2 + F_2)]}{F_1 F_2} = M_{F_1},$$

$$x = 0 \qquad y = -\frac{1000\,[f_2 - (h_2 + F_2)]}{f_1(h_2 + F_2) + [f_2 - (h_2 + F_2)]F_1 - h_1} = H_{F_1}$$

und wenn wir den Ausdruck $\frac{[f_1 - (F_1 - h_1)F_1 F_2]\,x}{1000}$ aus denselben Gründen wie im vorigen Fall weglassen, können wir die Formel 2a unter der Form

$$y = \frac{H_{F_1} x}{M_{F_1}} - H_{F_1} \qquad (2b)$$

bringen. Messen wir die Refraction des Vollauges in dessen vorderem Brennpunkt und die Refraction des aphakischen Auges in dessen vorderem Brennpunkt, erhalten wir aus Gleichung 2, indem wir f_1 anstatt $(F_1 - h_1)$ setzen:

$$y = \frac{F_1 F_2 x - 1000[f_2 - (h_2 + F_2)]}{f_1 f_2}, \qquad (3)$$

wenn $y = 0$ wird $x = \frac{1000\,[f_2 - (h_2 + F_2)]\,x}{F_1 F_2} = M_{F_1}$ und

wenn $x = 0$ wird $y = -\frac{1000\,[f_2 - (h_2 + F_2)]\,x}{f_1 f_2} = H_{f_1}$.

Die Gleichung

$$y = \frac{H_{f_1} x}{M_{F_1}} - H_{f_1} \qquad (3b)$$

ist gleich der Gleichung 3. Dies ist die allgemeine Form der Formel von Badal. Die Berechnung ist sehr einfach. Um H_{f_1} zu finden, dividirt man die Differenz zwischen der hinteren Focaldistanz des aphakischen Auges und der Achsenlänge des emmetropischen Vollauges mit dem Product der beiden Focaldistanzen des aphakischen Auges; um M_{F_1} zu finden, dividirt man dieselbe Differenz mit dem Product der beiden Focaldistanzen des Vollauges (Meterrechnung).

Messen wir die Refraction in einer bestimmten Entfernung d vom Hornhautscheitel, erhalten wir:

$$\frac{1}{\frac{1000}{y} + d} + \frac{n}{h_2 + F_2 + \frac{F_1 F_2}{\frac{1000}{x} + d + h_1 - F_1}} = \frac{1}{f_1}, \qquad (4)$$

transformirt:

$$y = \frac{(h_2 + F_2)1000 - f_2 1000 + (h_2 + F_2)(d + h_1 - F_1)x + F_1 F_2 x - f_2(d + h_1 - F_1)x}{(h_2 + F_2)f_1 + [f_2 - (h_2 + F_2)]d + \frac{[f_2 d(d + h_1 - F_1) + (h_2 + F_2)(d + h_1 - F_1)(f_1 - d) + (f_1 - d)F_1 F_2)x}{1000}} \qquad (4a)$$

$$y = 0 \qquad x = \frac{1000[f_2 - (h_2 + F_2)]}{F_1 F_2 + [f_2 - (h_2 + F_2)](F_1 - h_1 - d)} = M_d,$$

$$x = 0 \qquad y = -\frac{1000[f_2 - (h_2 + F_2)]}{f_1(h_2 + F_2) + d[f_2 - (h_2 + F_2)]} = H_d.$$

Die Gleichung

$$y = -\frac{H_d\, x}{M_d} - H_d \tag{4b}$$

ist gleich 4a, wenn man den x-Term des Nenners weglässt.

H und M können auch aus den bekannten Formeln $L, L_{,,} = F_1 F_2$, $l, l_{,,} = f_1 f_2$ berechnet werden. Wenn das Auge so myopisch ist, dass es im aphakischen Zustande emmetropisch wird und mithin die Retina in der Entfernung f_2 vom Hauptpunkte der Hornhautrefraction sich befindet, so ist $L_{,,} = f_2 - (h_2 + F_2)$. Wird die Refraction des Vollauges im vorderen Brennpunkte gemessen, so ist $L, = \frac{1000}{M}$ und

$$M_{F_1} = \frac{1000\,[f_2 - (h_2 + F_2)]}{F_1 F_2}.$$

Setzen wir $L, = \frac{1000}{M} + h_1 - F_1$ oder $\frac{1000}{M} + d + h_1 - F_1$, erhalten wir M berechnet zum Hornhautscheitel resp. zur Entfernung d vom Hornhautscheitel.

Extrahiren wir die Linse eines emmetropischen Auges, so liegt der hintere Brennpunkt des aphakischen Auges in der Entfernung f_2 und die Retina in der Entfernung $h_2 + F_2$ vom Hornhautscheitel $l_{,,} = -[f_2 - (h_2 + F_2)]$. Das Vorzeichen muss negativ sein, da $l_{,,}$ in entgegengesetzter Richtung wie für M gerechnet werden muss. Berechnet man H zum vorderen Brennpunkt des aphakischen Auges, also H_{f_1}, so erhält man da $L, = \frac{1000}{H}$ durch Einsetzen in die Formel

$$l, l_{,,} = f_1 f_2 \qquad H_{f_1} = -\frac{[f_2 - (h_2 + F_2)]\,1000}{f_1 f_2}.$$

In ähnlicher Weise wie M finden wir H für die Punkte F_1, d oder den Hornhautscheitel.

Alle drei Gleichungen 1, 2 und 4 können wir unter die Form $y = \frac{ax - b}{c + qx}$ setzen. Betrachten wir x und y als Coordinaten eines rechtwinkeligen Achsensystems, so bedeutet die Gleichung eine Curve und zwar eine gleichseitige Hyperbel, wenn wir die Asymptoten der Curve als Coordinatenachsen ansehen. Da die zweite Derivata $\frac{\delta^2 y}{\delta x^2} = -$

$\frac{(ac - qb)^2 q}{(c + qx)^3}$ negativ wird, erhält die Curve die in der f_1-Figur angegebene Form und die Gleichung $y = \frac{H}{M} x - H$ repräsentirt die Linie, welche durch die Punkte, in denen die Curve die Coordinatenachsen schneidet, geht.

Die Linie fällt sehr nahe mit der Curve zusammen. Erst für die höheren Werthe von x erhält man etwas höhere Werthe von y, wenn man mit der Lineargleichung anstatt derjenigen der Curve rechnet.

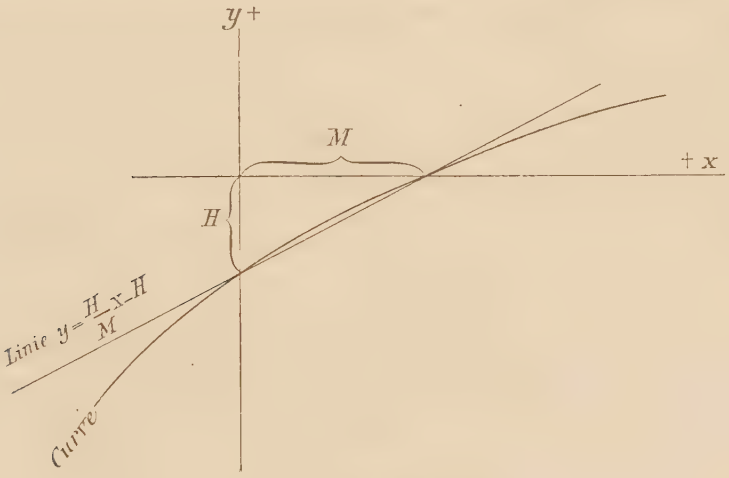

Fig. 1.

Setzen wir anstatt x und y R_1 und R_2, haben wir in der Gleichung

$$R_2' = H - \frac{H}{M} R_1$$

eine angemessene Form einer Gleichung, die wir gut mit grosser Genauigkeit zur Berechnung der Refraction des aphakischen Auges und auch retrospectiv der Refraction des Vollauges verwenden können.

Die Gleichung ist auch bei Verschiedenheiten der Hornhautrefraction der Tiefe der Vorderkammer des Brechwerthes der Linse gültig. Es ist einleuchtend, dass, wenn wir H den Werth 10 D, M den Werth 20 D geben, wir die Formel von Hirschberg und Pflüger erhalten,

$$R_2 = 10 - {}^1/_2 R_1.$$

Studiren wir die Tabelle IV, so können wir uns leicht davon überzeugen, dass für die verschiedenen Hornhautrefractionen die Differenzen zwei H etwa gleich 0,10 D und die Differenzen zwei M etwa

gleich 0,3 D sind. Wollen wir nur die Refraction des aphakischen Auges bei Verschiedenheit der Hornhautrefraction berechnen, so können wir dies mit der oben angegebenen allgemeinen Formel in folgender Weise ausführen. Wir bestimmen das betreffende H so, dass wir zu H 42 D Hornhautrefraction (= 10,66 D) 0,1 D für jede Dioptrie schwächere Hornhautrefraction addiren und von H 42 D 0,1 D für jede Dioptrie stärkere Hornhautrefraction subtrahiren und das M so, dass wir zu M 42 D (= 19,43 D) 0,3 D für jede Dioptrie schwächere Hornhautrefraction addiren und von M 42 D 0,3 D für jede Dioptrie stärkere Hornhautrefraction subtrahiren.

Dies ist viel einfacher als alle die Formeln von Pflüger und ist leicht zu behalten.

Diese Formel gilt für $\delta = 3{,}54$ mm. Bei Verschiedenheit von δ subtrahiren wir 0,4 D von M 42 D δ 3,54 mm für jede $^1/_4$ mm Vertiefung der Vorderkammer und addiren 0,4 D für jede $^1/_4$ mm Abflachung der Vorderkammer; danach addiren wir zu resp. subtrahiren von dem so gefundenen Werth 0,3 D für jede Dioptrie schwächere resp. stärkere Hornhautrefraction.

H werden wir finden, indem wir addiren zu resp. subtrahiren von H 42 D δ 3,54 mm 0,2 D für je $^1/_4$ mm Abflachung resp. Vertiefung der Vorderkammer; danach addiren wir zu resp. subtrahiren von dem so gefundenen Werth 0,1 D für jede Dioptrie schwächerer resp. stärkerer Hornhautrefraction.

Bei den numerischen Berechnungen habe ich nur ganze Dioptrien zwischen 50 D und 38 D für die Verschiedenheiten der Hornhautrefraction gewählt. Der Einfluss der verschiedenen Hornhautrefraction auf die Refraction des linsenlosen Auges ist eine so geringe, dass es nicht nöthig ist, die Berechnung weiter auszudehnen.

Für die Veränderungen von δ ist die Rechnung von 3,04 mm bis 5,54 mm mit Intervallen von 0,25 mm und 0,5 mm ausgeführt. Man kann übrigens leicht durch Interpolation die intermediären Werthe finden.

Die Tabelle II habe ich für Verschiedenheit der Linsenrefraction $\left(\frac{1}{\varphi}\right)$ von 10 D bis 19,75 D mit Intervallen von 1 D berechnet. Die übrigen 3 bis 6 nur für 14, 16, 18, 19,75 D, in welchen 16 D das schematische Auge von Tscherning und 19,75 dasjenige von v. Helmholtz repräsentirt, ausgerechnet.

Für den Werth 16 D habe ich die Hauptpunkte der Linse nach Tscherning und für den Werth 19,75 D diejenigen nach v. Helm-

holtz genommen. Für die übrigen Brechwerthe der Linse habe ich die Hauptpunkte in der Weise bestimmt, dass ich in der Gleichung

$$\frac{\dfrac{\varrho_1}{n_1 - 1} \cdot \dfrac{-\varrho_2}{\dfrac{1}{n_1} - 1}}{\dfrac{-\varrho_2}{\dfrac{1}{n_1} - 1} + \dfrac{n_1 \varrho_1}{n_1 - 1} - e} = \varphi.$$

ϱ_1 ϱ_2 e die Werthe nach Tscherning $\varphi = \frac{1000}{10\,\mathrm{D}}, \frac{1000}{11\,\mathrm{D}}$ etc. gegeben, n_1 und danach h_3 h_4 nach bekannten Formeln berechnet.

Um zu untersuchen, mit welcher Genauigkeit die Tabellen VII bis XX den veränderten Brechwerth der Linse angeben, mag er durch Verschiedenheit von n_1 ϱ_1 ϱ_2 e oder durch combinirte Verschiedenheit von dieser herrühren, habe ich mit der oben angegebenen Formel und den Formeln für H und M Correctionsglas 15 mm vor dem Hornhautscheitel und mit der Formel $R_2 = H - \frac{H}{M} R_1$ die beifolgende Tabelle berechnet. Hornhautrefraction $= 42$ D $\delta = 3{,}54$.

1. n_1 variirt. $\varrho_1 = 10{,}2$ mm $\varrho_2 = 6{,}17$ mm $e = 4{,}06$ mm $\varphi = 55{,}55$ mm n_1 wird $= 1{,}0704$ $h_3 = 2{,}4$ mm $h_4 = 1{,}45$ mm $M = 22{,}99$ D $H = 11{,}66$ D.

2. ϱ_1 variirt. $\varrho_2 = 6{,}17$ mm $e = 4{,}06$ mm $n_1 = 1{,}0624$ $\varphi = 55{,}55$ mm ϱ_1 wird $= 7{,}59$ mm $h_3 = 2{,}14$ mm $h_4 = 1{,}74$ mm $M = 23{,}62$ D $H = 11{,}94$ D.

3. ϱ_2 variirt. $\varrho_1 = 10{,}2$ mm $e = 4{,}06$ mm $n_1 = 1{,}0624$ $\varphi = 55{,}55$ mm ϱ_2 wird $= 5{,}13$ mm $h_3 = 2{,}58$ mm $h_4 = 1{,}3$ mm $M = 22{,}71$ D $H = 11{,}57$ D.

4. ϱ_1 und ϱ_2 variiren. Geben wir ϱ_1 einen zwischen 10,2 mm und 7,59 mm liegenden Werth 8,9 mm und $e = 4{,}06$ mm $n_1 = 1{,}0624$, $\varphi = 55{,}55$ mm, so wird $\varrho_2 = 5{,}526$ mm, $h_3 = 2{,}397$ $h_4 = 1{,}488$ mm $M = 23{,}1$ D $H = 11{,}73$ D.

5. e variirt $e = 3{,}6$ mm $\varrho_1 = 8{,}9$ mm $n_1 = 1{,}0624$ mm $\varphi = 55{,}55$ mm ϱ_2 wird $= 5{,}542$ und $h_3 = 2{,}12$ mm $h_4 = 1{,}32$ mm $M = 23{,}18$ D $H = 11{,}98$ D.

6. e variirt $e = 4{,}5$ mm $\varrho_1 = 8{,}9$ mm $n_1 = 1{,}0624$ $\varphi = 55{,}55$ mm ϱ_2 wird $= 5{,}511$ mm $h_3 = 2{,}66$ mm $h_4 = 1{,}65$ mm $M = 23{,}1$ D $H = 11{,}8$ D.

Man findet aus folgender Tabelle, dass man nur approximativ den Brechwerth der Linse, wenn man R_1 R_2 Hornhautrefraction und δ kennt, mit den Tabellen VII bis XIX bestimmen kann.

Die Tabellen VII bis XIX zeigen, dass für einen Brechwerth der Linse von 16 D (Tscherning's schematisches Auge) und $\delta = 3{,}54$ mm die Refraction des linsenlosen Auges in Folge der verschiedenen Hornhautrefractionen von 50 D bis 38 D mit 1,28 D bei Emmetropie, mit 1,7 D bei einer Myopie von 10 D, mit 2,1 D bei einer Myopie von 20 D und 2,5 D bei einer Myopie von 30 D des Vollauges

Hornhautrefraction 42 D $\delta = 3{,}54$. Correctionsglas 15 mm vor dem Hornhautscheitel.

Refraction des Vollauges	Refraction des aphakischen Auges											
	Nr. 1	Nr. 2	Refractionsdifferenz zwischen 1 und 2	Nr. 3	Refractionsdifferenz zwischen 1 und 3	Nr. 4	Refractionsdifferenz zwischen 1 und 4	Nr. 5	Refractionsdifferenz zwischen 1 und 5	Nr. 6	Refractionsdifferenz zwischen 1 und 6
10 D	+ 6,59 D	+ 6,89 D	0,3 D	+ 6,48 D	0,11 D	+ 6,65 D	0,06 D	+ 6,81 D	0,22 D	+ 6,69 D	0,10 D
15 D	+ 4,05 D	+ 4,36 D	0,31 D	+ 3,93 D	0,12 D	+ 4,11 D	0,06 D	+ 4,23 D	0,18 D	+ 4,14 D	0,09 D
20 D	+ 1,51 D	+ 1,83 D	0,32 D	+ 1,39 D	0,12 D	+ 1,58 D	0,07 D	+ 1,64 D	0,13 D	+ 1,58 D	0,07 D
25 D	− 1,03 D	− 0,70 D	0,32 D	− 1,16 D	0,13 D	− 0,96 D	0,07 D	− 0,94 D	0,09 D	− 0,97 D	0,06 D
30 D	− 3,56 D	− 3,22 D	0,34 D	− 3,70 D	0,14 D	− 3,5 D	0,06 D	− 3,52 D	0,04 D	− 3,53 D	0,03 D

variirt. Pflüger hat folgende Werthe gefunden: 1,0 D bei Emmetropie, 1,9 D bei Myopie von 10 D, 2,9 D bei Myopie von 20 D und 4,1 D bei Myopie von 30 D. (Pflüger berechnet die Correction des Auges im vorderen Brennpunkte und ich in 15 mm vor dem Hauptpunkte der Hornhautrefraction.) Meine Tabellen zeigen, dass für einen Brechwerth der Linse von 19,75 D (v. Helmholtz's schematisches Auge) und $\delta = 3{,}54$ mm die Refraction des linsenlosen Auges in Folge der verschiedenen Hornhautrefractionen von 50 bis 38 D mit 1,39 D bei Emmetropie, mit 1,8 D bei Myopie von 10 D, mit 2,25 D bei Myopie von 20 D und mit 2,68 D bei Myopie von 30 D variirt, also nicht viel grössere Verschiedenheiten bestehen, als für das schematische Auge von Tscherning. Bihler hat sehr hohe Variationen für die Hornhautrefractionen, 48 bis 38 D oder 6,27 D gleich bei einer Myopie von 10, 20 und 30 D gefunden.

Die Verschiedenheiten der Refraction in Folge der Hornhautrefractionen steigen etwas, wenn δ grösser wird, und sind bei $\delta =$ 5,54 mm und bei einem Brechwerth der Linse $= 16$ D entsprechend 1,60 D bei Emmetropie, 2,10 D bei Myopie von 10 D, 2,70 D bei Myopie von 20 D und 3,2 D bei Myopie von 30 D.

Hat das Vollauge eine mittlere Tiefe der Vorderkammer und Brechwerth der Linse, können wir also sagen, dass in Folge 1 D Unterschied der Hornhautrefraction, die Refraction des linsenlosen Auges variirt mit 0,10 D bei Emmetropie des Vollauges, mit 0,14 D bei einer Myopie von 10 D, mit 0,18 D bei einer Myopie von 20 D, mit 0,2 D bei einer Myopie von 30 D und mit 0,24 D bei einer Myopie von 40 D.

Bedenkt man, dass die meisten Verschiedenheiten der Hornhautrefraction zwischen 40 bis 46 D liegen, so verändert sich die Refraction des aphakischen Auges nur mit 0,7 D bis 1,2 D für diese Unterschiede. Verändert sich die Hornhautrefraction in Folge der zur

Linsenentfernung erforderlichen Schnitte in der Hornhaut, wie variirt dann R_2? In der Formel $\frac{1}{a}+\frac{n}{b}=\frac{1}{f_1}$ können wir $\frac{1}{a}=R_2$, $\frac{1}{b}=$ dem reciproken Werth der Achsenlänge des Auges $=A_D$, $\frac{1}{f_1}=$ Hornhautrefraction setzen, dann wird $R_2+nA_D=$ Hornhautrefraction. Da die Schnitte in der Hornhaut keinen Einfluss auf die Achsenlänge haben, so verändert sich also R_2 mit 1 D für jede Dioptrie veränderter Hornhautrefraction. Ich gehe hier nicht auf die Hypothese, dass das Auge nach Beseitigung der Linse sich zusammenzieht, ein. Für die Entfernung 15 mm vor dem Hornhautscheitel findet man leicht den entsprechenden Werth.

Variirt die Tiefe der Vorderkammer um 0,5 mm, so variirt bei einer mittleren Hornhautrefraction von 44 D und einem Brechwerth der Linse von 16 D die Refraction des aphakischen Auges mit 0,4 D bei Emmetropie des Vollauges, mit 0,45 D bei einer Myopie von 10 D, mit 0,5 D bei einer Myopie von 20 D, mit 0,53 D bei einer Myopie von 30 D. Wenn der Brechwerth der Linse 19,75 D (v. Helmholtz) und die Hornhautrefraction 44 D beträgt, variirt die Refraction des linsenlosen Auges mit 0,46 D bei Emmetropie des Vollauges, mit 0,53 D bei einer Myopie von 10 D, mit 0,57 D bei einer Myopie von 20 D und mit 0,62 D bei einer Myopie von 30 D.

Ist die Hornhautrefraction höher, nehmen die Unterschiede zu. Bei einer Hornhautrefraction von 50 D und einem Brechwerth der Linse von 16 D variirt die Refraction des linsenlosen Auges mit 0,44 D bei Emmetropie des Vollauges, mit 0,50 D bei Myopie von 10 D, mit 0,57 D bei Myopie von 20 D, mit 0,60 D bei Myopie von 30 D und, wenn der Brechwerth der Linse 19,75 D ist, entsprechend mit 0,51 D bei Emmetropie, mit 0,57 D bei Myopie von 10 D, mit 0,64 D bei Myopie von 20 D und mit 0,72 D bei Myopie von 30 D.

Ist die Hornhautrefraction kleiner, erhalten wir etwas kleinere Verschiedenheiten der Refraction des aphakischen Auges. Für einen Unterschied von 0,5 mm in der Tiefe der Vorderkammer bei einer Hornhautrefraction von 38 D und einem Brechwerth der Linse von 16 D erhalten wir: 0,36 D bei Emmetropie des Vollauges, 0,39 D bei Myopie von 10 D, 0,41 D bei Myopie von 20 D, 0,44 D bei Myopie von 30 D, und bei einer Hornhautrefraction von 38 D und einem Brechwerth der Linse von 19,75 D: 0,42 D bei Emmetropie, 0,45 D bei Myopie von 10 D, 0,48 D bei Myopie von 20 D, 0,50 D bei Myopie von 30 D.

Aendert sich der Brechwerth der Linse um 1 D, ist die Horn-

hautrefraction = 44 D, δ = 3,54 mm, so ändert sich im Mittel die Refraction des aphakischen Auges um 0,5 D bei Emmetropie des Vollauges, 0,7 D bei Myopie von 10 D, 0,9 D bei Myopie von 20 D, 1,17 D bei Myopie von 30 D. Nimmt δ = den Werth von 5,54 mm an, so werden die Unterschiede etwas kleiner: 0,43 D bei Emmetropie des Vollauges, 0,6 D bei Myopie von 10 D, 0,84 D bei Myopie von 20 D, 1,05 D bei Myopie von 30 D. Sinkt die Hornhautrefraction, so werden die Aenderungen der Refraction des aphakischen Auges grösser bei δ = 3,54 mm:

0,53 D bei Emmetropie, 0,76 D bei Myopie von 10 D, 0,96 D bei Myopie von 20 D, 1,2 D bei Myopie von 30 D und bei δ = 5,54 mm: 0,46 D bei Emmetropie, 0,67 D bei Myopie von 10 D, 0,9 D bei Myopie von 20 D, 1,1 D bei Myopie von 30 D.

Wird die Hornhautrefraction stärker = 50 D, so wird die Aenderung des aphakischen Auges in Folge einer Aenderung des Brechwerthes der Linse um 1 D kleiner bei δ = 3,54 mm:

0,48 D bei Emmetropie, 0,7 bei Myopie von 10 D, 0,9 D bei Myopie von 20 D, 1,12 D bei Myopie von 30 D, bei δ = 5,54 mm:

0,4 D bei Emmetropie, 0,59 D bei Myopie von 10 D, 0,8 D bei Myopie von 20 D, 1,02 D bei Myopie von 30 D.

Wir finden, dass die Verschiedenheit der Refraction des aphakischen Auges bei ein und derselben Refraction des Vollauges

1. in Folge der verschiedenen Hornhautrefractionen mit wachsender Refraction (Myopie) des Vollauges, Linsenrefraction und δ steigt.

2. in Folge einer Aenderung von δ um 0,5 mm mit wachsender Refraction des Vollauges, Linsenrefraction und Hornhautrefraction steigt,

3. in Folge einer Aenderung des Brechwerthes der Linse um 1 D mit wachsender Refraction des Vollauges, mit abnehmender Hornhautrefraction und δ steigt.

Welchen statischen Brechwerth der Linse müssen wir als normal ansehen, und existiren verschiedene statische Brechwerthe der Linse?

Kennen wir die Hornhautrefraction, den Werth von δ, das Correctionsglas, das wir im Allgemeinen unseren Staarpatienten geben, den Grad der Myopie des Vollauges, bei welcher nach Beseitigung der Linse das aphakische Auge emmetropisch wird, so können wir annähernd mit den Tabellen die Frage beantworten.

Allbekannt ist, dass die Staarpatienten + 10 D gebrauchen, um in der Ferne deutlich sehen zu können.

Um den Grad von Myopie kennen zu lernen, bei welcher das Auge nach Beseitigung der Linse am häufigsten emmetropisch wird, habe ich An-

gaben über Emmetropie nach Myopieoperationen gesammelt und gefunden, dass von 93 Fällen

Emmetropie	eintrat	in	3	Fällen	bei	einer	Myopie	von	26 D
"	"	"	1	"	"	"	"	"	25
"	"	"	3	"	"	"	"	"	24
"	"	"	1	"	"	"	"	"	23
"	"	"	5	"	"	"	"	"	22
"	"	"	2	"	"	"	"	"	21
"	"	"	29	"	"	"	"	"	20
"	"	"	5	"	"	"	"	"	19
"	"	"	14	"	"	"	"	"	18
"	"	"	1	"	"	"	"	"	17
"	"	"	11	"	"	"	"	"	16
"	"	"	6	"	"	"	"	"	15
"	"	"	5	"	"	"	"	"	14
"	"	"	2	"	"	"	"	"	13
"	"	"	2	"	"	"	"	"	12
"	"	"	1	"	"	"	"	"	11
"	"	"	1	"	"	"	"	"	10
"	"	"	1	"	"	"	"	"	9

Diese Tabelle zeigt, dass Emmetropie in den meisten Fällen bei einer Myopie von 20 D eintritt. Dann folgt die Myopie von 18 und 16 D. Eigenthümlich ist, dass man Emmetropie sehr wenig bei 19 D und 17 D Myopie findet. Die Erklärung hat man wohl darin zu suchen, dass unsere Brillenkasten nur 20, 18, 16 D enthalten. Nach Tscherning wäre 43 D die am häufigsten vorkommende Hornhautrefraction, und die Entfernung der vorderen Linsenfläche setzt er gleich 3,54 mm, v. Helmholtz gleich 3,6 mm. Stadfeldt hat einen Werth, welcher sich 4 mm nähert, gefunden. Aus der Tabelle findet man für eine Hornhautrefraction von 42 D und für $\delta = 3{,}54$ mm $H = 10{,}66$ D, $M = 19{,}43$ D bei einem Brechwerth der Linse von 16 D; wäre $\delta = 4{,}04$ mm, würde man 17 D als gewöhnlichen Brechwerth der Linse zugeben können.

Correctionsglas 15 mm vor dem Hornhautscheitel.

$\delta = 3{,}54$ mm.

Brechwerth der Linse	Hornhautrefraction 43 D H	42 D H	41 D H	Brechwerth der Linse	Hornhautrefraction 43 D M	42 D M	41 D M
16 D	10,55 D	10,66 D	10,77 D	16 D	19,1 D	19,43 D	19,72 D
17	11,1	11,2	11,3	17	20,82	21,19	21,54
18	11,56	11,67	11,78	18	22,61	22,99	23,36

$\delta = 3{,}79$ mm.

Brechwerth der Linse	Hornhautrefraction 43 D *H*	42 D *H*	41 D *H*	Brechwerth der Linse	Hornhautrefraction 43 D *M*	42 D *M*	41 D *M*
16 D	10,36 D	10,47 D	10,58 D	16 D	18,65 D	18,99 D	19,3 D
17	10,84	10,96	11,07	17	20,36	20,73	21,08
18	11,33	11,45	11,57	18	22,68	22,48	22,87

$\delta = 4{,}04$ mm.

Brechwerth der Linse	Hornhautrefraction 43 D *H*	42 D *H*	41 D *H*	Brechwerth der Linse	Hornhautrefraction 43 D *M*	42 D *M*	41 D *M*
16 D	10,17 D	10,28 D	10,39 D	16 D	18,26 D	18,58 D	18,9 D
17	10,65	10,76	10,87	17	19,91	20,28	20,63
1	11,12	11,24	11,36	18	21,56	21,98	22,37

Tabelle I.

Hornhaut-refraction	Schematisches Auge nach Tscherning: H_{f_1} nach Pflüger	H_{f_1}	H_{15}	M_{F_1} nach Pflüger	M_{F_1}	M_{15}	Schematisches Auge nach v. Helmholtz: H_{f_1}	H_{15}	M_{F_1}	M_{15}	*M* nach Bihler
50 D	9	9,36	9,82	16,2	16,6	17,01	11,19	11,85	22,44	23,7	
49	9,1	9,41	9,92	16,38	16,9	17,3	11,25	11,97	22,88	24,15	
48	9,4	9,46	10,03	16,92	17,3	17,6	11,3	12,09	23,36	24,58	zwischen 16—18
47	9,4	9,51	10,14	17,39	17,6	17,87	11,33	12,19	23,8	24,97	zwischen 20—22
46	9,6	9,58	10,24	17,76	17,9	18,18	11,37	12,3	24,3	25,4	zwischen 22—24
45	9,6	9,63	10,35	18,41	18,3	18,48	11,41	12,43	24,8	25,84	zwischen 22—24
44	9,7	9,67	10,46	18,62	18,7	18,81	11,45	12,55	25,35	26,31	zwischen 24—26
43	9,9	9,71	10,55	19,25	19,1	19,1	11,47	12,66	25,86	26,73	zwischen 24—26
42	9,9	9,75	10,66	19,8	19,5	19,43	11,49	12,78	26,43	27,19	zwischen 26—28
41	9,9	9,79	10,77	20,2	19,9	19,75	11,50	12,89	26,98	27,64	zwischen 28—30
40	10	9,82	10,89	20,75	20,3	20,06	11,51	13,01	27,6	28,11	zwischen 30—32
39	10	9,84	11	21,2	20,8	20,39	11,52	13,12	28,22	28,58	zwischen 30—32
38	10	9,86	11,1	21,6	21,2	20,7	11,52	13,24	28,84	29,05	zwischen 32—34

Tabelle II.

Brechwerth der Linse $\frac{1}{\varphi}$ in situ	H = Der Grad von Hypermetropie, den ein vorher emmetropisches Auge nach Extraction der Linse erhält. Correctionsglas 15 mm vor dem Hornhautscheitel. $\delta = 3{,}54$ mm			M = Der erforderliche Grad von Myopie, damit ein Auge nach Beseitigung der Linse emmetropisch werde. Correctionsglas 15 mm vor dem Hornhautscheitel. $\delta = 3{,}54$ mm			
	Hornhautrefraction						
	43 D	42 D	41 D	43 D	42 D	41 D	
10 D	7,19 D	7,28 D	7,36 D	10,34 D	10,51 D	10,66 D	
11	7,81	7,9	7,98	11,67	11,84	12,01	
12	8,39	8,48	8,56	13	13,2	13,4	
13	8,97	9,06	9,15	14,43	14,66	14,88	
14	9,5	9,61	9,7	15,94	16,16	16,40	
15	10,03	10,13	10,23	17,43	17,72	18,0	
16	10,55	10,66	10,77	19,1	19,43	19,72	(Tscherning.)
17	11,1	11,2	11,3	20,82	21,19	21,54	
18	11,56	11,67	11,78	22,61	22,99	23,36	
19	12,04	12,15	12,26	24,51	24,91	25,3	
19,75	12,66	12,78	12,89	26,73	27,19	27,64	
$\delta = 3{,}6$ 19,75	12,64	12,74	12,85	26,65	27,06	27,5	(v. Helmholtz.)

Das Tscherning'sche schematische Auge entspricht also mehr den Ergebnissen der Staar- und Myopieoperationen als das v. Helmholtz'sche. Aber existiren nicht Augen mit einem brechenden Apparat, wie ihn v. Helmholtz angegeben hat?

Fukala citirt als Beispiel von Linsenmyopie einen Fall von Myopie von 30 D, der nach Beseitigung der Linse 1,5 D Myopie hatte.

Der Fall stimmt sehr wohl mit dem v. Helmholtz'schen schematischen Auge oder mit der Formel $R_2 = 12{,}6 - \frac{12{,}6}{26{,}6} R_1$ (also ein Brechwerth der Linse = 19,75 D). Wir können den Fall mit einem Brechwerth der Linse = 16 D nur erklären, wenn wir eine höchst bedeutende Abflachung der Vorderkammer annehmen, die jedoch wohl nicht bei hochgradiger Myopie vorkommt. Geht man von dem Princip aus, dass aphakische Augen mit derselben in 15 mm vor dem Hornhautscheitel gemessenen Refraction und derselben Hornhautrefraction dieselbe Achsenlänge haben, so wird man leicht aus den Tabellen, wenn wir 16 D als den normalen Brechwerth der Linse ansehen und eine Hornhautrefraction von 42 D und $\delta = 3{,}54$ mm annehmen, heraus-

Tabelle III. Brechwerth der Linse

Correctionsglas 15 mm

Hornhaut-refraction	*H* Der Grad von Hypermetropie, den ein vorher emmetropisches Auge nach Beseitigung der Linse erhält. Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel									
	3,04 mm	3,29 mm	3,54 mm	3,79 mm	4,04 mm	4,29 mm	4,54 mm	4,79 mm	5,04 mm	5,54 mm
50 D	9,23	9,02	8,82	8,62	8,42	8,22	8,02	7,83	7,63	7,27
49	9,32	9,12	8,92	8,72	8,52	8,32	8,12	7,93	7,75	7,39
48	9,41	9,21	9,02	8,82	8,62	8,43	8,24	8,03	7,87	7,51
47	9,5	9,3	9,11	8,92	8,72	8,53	8,35	8,15	7,98	7,62
46	9,6	9,39	9,21	9,02	8,83	8,64	8,46	8,27	8,09	7,73
45	9,69	9,53	9,31	9,13	8,95	8,74	8,57	8,37	8,21	7,87
44	9,79	9,6	9,41	9,23	9,05	8,86	8,67	8,48	8,33	8
43	9,87	9,69	9,5	9,32	9,15	8,97	8,79	8,61	8,44	8,11
42	9,97	9,79	9,61	9,43	9,25	9,08	8,9	8,73	8,56	8,23
41	10,06	9,88	9,7	9,53	9,35	9,18	9,01	8,84	8,67	8,35
40	10,16	9,97	9,79	9,62	9,46	9,29	9,12	8,96	8,78	8,48
39	10,24	10,07	9,9	9,73	9,58	9,39	9,24	9,08	8,91	8,61
38	10,35	10,17	10	9,83	9,66	9,5	9,34	9,18	9,03	8,72

Tabelle IV.

Brechwerth der Linse in situ $\frac{1}{\varphi}$

Correctionsglas 15 mm

50 D	10,27	10,04	9,82	9,59	9,37	9,15	8,94	8,72	8,51	8,09
49	10,37	10,15	9,92	9,7	9,48	9,27	9,06	8,84	8,63	8,22
48	10,47	10,25	10,03	9,82	9,6	9,39	9,18	8,96	8,76	8,35
47	10,56	10,32	10,14	9,89	9,7	9,47	9,28	9,05	8,87	8,48
46	10,67	10,46	10,24	10,04	9,83	9,62	9,42	9,19	9,01	8,61
45	10,77	10,56	10,35	10,16	9,94	9,73	9,53	9,33	9,14	8,74
44	10,88	10,67	10,46	10,26	10,06	9,86	9,66	9,47	9,27	8,87
43	10,97	10,76	10,55	10,36	10,17	9,96	9,78	9,58	9,39	9,01
42	11,07	10,87	10,66	10,47	10,28	10,08	9,9	9,71	9,52	9,15
41	11,17	10,97	10,77	10,58	10,39	10,2	10,01	9,83	9,64	9,28
40	11,27	11,06	10,89	10,68	10,51	10,3	10,14	9,94	9,77	9,42
39	11,37	11,18	11	10,81	10,62	10,44	10,25	10,08	9,9	9,55
38	11,47	11,28	11,1	10,91	10,74	10,56	10,38	10,23	10,03	9,68

Tabelle V. Brechwerth der Linse

Correctionsglas 15 mm

50 D	11,24	11	10,75	10,5	10,26	10,02	9,79	9,56	9,36	8,87
49	11,35	11,1	10,85	10,62	10,38	10,14	9,91	9,68	9,46	9,01
48	11,45	11,21	10,98	10,74	10,53	10,28	10,05	9,81	9,56	9,15
47	11,57	11,32	11,09	10,85	10,63	10,37	10,17	9,95	9,69	9,29
46	11,67	11,43	11,21	10,97	10,75	10,52	10,3	10,08	9,83	9,44
45	11,78	11,55	11,32	11,09	10,87	10,65	10,43	10,21	10	9,57
44	11,89	11,66	11,44	11,22	11	10,78	10,57	10,35	10,14	9,73
43	11,99	11,77	11,56	11,33	11,12	10,9	10,69	10,48	10,27	9,86
42	12,1	11,88	11,67	11,45	11,24	11,03	10,82	10,62	10,41	10,01
41	12,22	11,99	11,78	11,57	11,36	11,15	10,95	10,75	10,55	10,15
40	12,32	12,11	11,9	11,69	11,48	11,27	11,09	10,89	10,67	10,3
39	12,42	12,22	12,01	11,80	11,61	11,41	11,21	11,02	10,86	10,44
38	12,53	12,32	12,12	11,93	11,73	11,53	11,34	11,15	10,95	10,55

in situ $\frac{1}{\varphi} = 14$ D. Tabelle III.

vor dem Hornhautscheitel.

M

Der erforderliche Grad von Myopie, damit ein Auge nach Beseitigung der Linse emmetropisch wird.

Entfernung der vorderen Linse vom Hornhautscheitel									
3,04 mm	3,29 mm	3,54 mm	3,79 mm	4,04 mm	4,29 mm	4,54 mm	4,79 mm	5,04 mm	5,54 mm
15,03	14,65	14,23	13,84	13,45	13,08	12,7	12,33	11,98	11,3
15,25	14,85	14,46	14,07	13,69	13,31	12,95	12,59	12,24	11,55
15,47	15,08	14,7	14,32	13,94	13,57	13,2	12,83	12,5	11,83
15,68	15,3	14,92	14,55	14,18	13,81	13,45	13,1	12,74	12,08
15,92	15,56	15,18	14,8	14,44	14,07	13,71	13,36	13,01	12,37
16,16	15,77	15,41	15,05	14,68	14,32	13,97	13,62	13,28	12,68
16,4	16,03	15,67	15,31	14,95	14,6	14,25	13,91	13,58	12,94
16,62	16,26	15,94	15,57	15,2	14,85	14,51	14,17	13,84	13,21
16,86	16,55	16,16	15,81	15,46	15,12	14,78	14,43	14,13	13,5
17,1	16,75	16,4	16,05	15,69	15,38	15,05	14,73	14,41	13,79
17,35	16,99	16,63	16,3	16,01	15,67	15,37	15,03	14,68	14,11
17,59	17,26	16,93	16,6	16,31	15,93	15,64	15,32	15	14,41
17,83	17,5	17,18	16,85	16,53	16,22	15,91	15,62	15,3	14,7

Tabelle IV.

$= 16$ D. (Das schematische Auge von Tscherning.)

vor dem Hornhautscheitel.

17,89	17,5	17,01	16,53	16,08	15,63	15,18	14,72	14,28	13,43
18,26	17,78	17,3	16,83	16,37	15,91	15,46	15,02	14,59	13,74
18,55	18,07	17,6	17,14	16,68	16,23	15,78	15,33	14,92	14,08
18,8	18,33	17,87	17,44	16,95	16,5	16,07	15,6	15,21	14,41
19,11	18,65	18,18	17,74	17,29	16,85	16,42	15,98	15,57	14,74
19,39	18,94	18,48	18,07	17,06	17,17	16,74	16,31	15,9	15,08
19,7	19,25	18,81	18,37	17,94	17,51	17,09	16,67	16,26	15,45
20	19,52	19,1	18,65	18,26	17,79	17,41	17	16,6	15,79
20,29	19,85	19,43	18,99	18,58	18,15	17,75	17,35	16,95	16,17
20,57	20,15	19,75	19,30	18,9	18,49	18,08	17,69	17,29	16,55
20,88	20,47	20,06	19,61	19,24	18,8	18,44	18,02	17,66	16,92
21,19	20,8	20,39	19,99	19,57	19,19	18,79	18,43	18,03	17,29
21,5	21,1	20,7	20,31	19,92	19,54	19,15	18,77	18,4	17,66

in situ $\frac{1}{\varphi} = 18$ D. Tabelle V.

vor dem Hornhautscheitel.

21,21	20,54	20,03	19,46	18,9	18,34	17,81	17,27	16,82	15,73
21,54	20,95	20,38	19,81	19,26	18,7	18,17	17,6	17,12	16,11
21,89	21,32	20,74	20,18	19,63	19,1	18,57	18,04	17,42	16,52
22,22	21,65	21,08	20,53	19,99	19,39	18,93	18,41	17,83	16,9
22,58	22,02	21,47	20,92	20,38	19,85	19,33	18,82	18,32	17,33
22,94	22,38	21,83	21,29	20,77	20,24	19,73	19,22	18,72	17,74
23,71	22,77	22,23	21,7	21,18	20,67	20,16	19,66	19,16	18,2
23,66	23,12	22,61	22,08	21,56	21,05	20,55	20,06	19,55	18,61
24,03	23,51	22,99	22,48	21,98	21,47	20,98	20,5	20,01	19,07
24,4	23,88	23,36	22,87	22,37	21,89	21,39	20,92	20,44	19,51
24,79	24,27	23,75	23,24	22,81	22,27	21,84	21,38	20,87	19,99
25,21	24,68	24,19	23,67	23,25	22,7	22,3	21,83	21,36	20,42
25,58	25,06	24,58	24,11	23,65	23,18	22,71	22,36	21,8	20,92

Tabelle VI.

Brechwerth der Linse in situ $\frac{1}{q}$

Correctionsglas 15 mm

Refraction des Vollauges	H Der Grad von Hypermetropie, den ein vorher emmetropisches Auge nach Beseitigung der Linse erhält. Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel									
	3,04 mm	3,29 mm	3,54 mm	3,79 mm	4,04 mm	4,29 mm	4,54 mm	4,79 mm	5,04 mm	5,54 mm
50 D	12,39	12,12	11,85	11,59	11,33	11,08	10,82	10,57	10,32	9,83
49	12,49	12,23	11,97	11,71	11,45	11,20	10,95	10,7	10,45	9,97
48	12,6	12,34	12,09	11,83	11,58	11,33	11,08	10,84	10,6	10,12
47	12,7	12,45	12,19	11,95	11,7	11,45	11,21	10,95	10,71	10,25
46	12,82	12,56	12,3	12,07	11,83	11,58	11,34	11,11	10,87	10,41
45	12,92	12,67	12,43	12,19	11,95	11,71	11,47	11,24	11,01	10,55
44	13,02	12,79	12,55	12,32	12,08	11,84	11,61	11,38	11,16	10,71
43	13,14	12,9	12,66	12,43	12,2	11,97	11,76	11,51	11,29	10,85
42	13,25	13,01	12,78	12,55	12,32	12,09	11,87	11,65	11,43	11
41	13,35	13,12	12,89	12,67	12,44	12,22	12	11,78	11,56	11,14
40	13,45	13,24	13,01	12,79	12,57	12,35	12,14	11,92	11,71	11,39
39	13,57	13,35	13,12	12,91	12,7	12,48	12,27	12,06	11,85	11,44
38	13,67	13,45	13,24	13,03	12,81	12,66	12,4	12,19	11,98	11,58

Tabelle VII.

Hornhaut-

Correctionsglas 15 mm vor dem

Refraction des Vollauges	$\delta = 3{,}04$ mm Brechwerth der Linse				$\delta = 3{,}54$ mm Brechwerth der Linse				$\delta =$ Refraction des Brech-
	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D
— 10 D	+ 3	+ 4,5	+ 5,9	+ 7,4	+ 2,60	+ 4,05	+ 5,4	+ 7,4	+ 2,1
— 11	+ 2,4	+ 4	+ 5,3	+ 7	+ 2	+ 3,5	+ 4,85	+ 6,35	+ 1,5
— 12	+ 1,8	+ 3,4	+ 4,8	+ 6,5	+ 1,4	+ 2,9	+ 4,3	+ 5,85	+ 0,9
— 13	+ 1,2	+ 2,8	+ 4,3	+ 6	+ 0,75	+ 2,3	+ 3,8	+ 5,25	+ 0,25
— 14	+ 0,6	+ 2,25	+ 3,8	+ 5,5	+ 0,15	+ 1,7	+ 3,25	+ 4,85	— 0,35
— 15	0	+ 1,7	+ 3,2	+ 5	— 0,5	+ 1,15	+ 2,7	+ 4,35	— 1
— 16	— 0,6	+ 1,1	+ 2,7	+ 4,5	— 1,1	+ 0,6	+ 2,15	+ 3,85	— 1,6
— 17	— 1,3	+ 0,55	+ 2,2	+ 4	— 1,7	+ 0	+ 1,6	+ 3,3	— 2,25
— 18	— 1,7	0	+ 1,6	+ 3,5	— 2,35	— 0,6	+ 1,1	+ 2,85	— 2,9
— 19	— 2,5	— 0,6	+ 1,1	+ 3	— 2,75	— 1,15	+ 0,55	+ 2,35	— 3,5
— 20	— 3,1	— 1,15	+ 0,6	+ 2,5	— 3,6	— 1,75	+ 0	+ 1,85	— 4,1
— 21	— 3,7	— 1,7	+ 0,1	+ 2	— 4,2	— 2,3	— 0,5	+ 1,35	— 4,75
— 22	— 4,3	— 2,3	— 0,4	+ 1,5	— 4,8	— 2,9	— 1,05	+ 0,85	— 5,4
— 23	— 4,9	— 2,85	— 1	+ 1,1	— 5,4	— 3,45	— 1,6	+ 0,35	— 6
— 24	— 5,5	— 3,4	— 1,5	+ 0,6	— 6,05	— 4	— 2,1	— 0,1	— 6,6
— 25	— 6,2	— 4,0	— 2	+ 0,1	— 6,7	— 4,6	— 2,65	— 0,6	— 7,25

Tabelle VI.

= 19,75 D. (Das schematische Auge nach v. Helmholtz.)

vor dem Hornhautscheitel.

M

Der erforderliche Grad von Myopie,
damit ein Auge nach Beseitigung der Linse emmetropisch wird.

Entfernung der vorderen Linsenfläche vom Hornhautscheitel

3,04 mm	3,29 mm	3,54 mm	3,79 mm	4,04 mm	4,29 mm	4,54 mm	4.79 mm	5,04 mm	5,54 mm
25,16	24,45	23,76	23,07	22,4	21,74	21,1	20,47	19,85	18,64
25,54	24,84	24,15	23,48	22,84	22,16	21,52	20,89	20,28	19,08
25,98	25,26	24,58	23,92	23,26	22,61	21,98	21,36	20,75	19,56
26,3	25,63	24,97	24,31	23,66	23,03	22,41	21,76	21,15	20
26,75	26,08	25,41	24,77	24,13	23,5	22,88	22,27	21,67	20,5
27,15	26,49	25,84	25,2	24,57	23,95	23,34	22,74	22,14	20,98
27,6	26,94	26,31	25,68	25,05	24,44	23,84	23,25	22,66	21,51
27,99	27,35	26,73	26,11	25,49	24,89	24,31	23,71	23,13	22
28,43	27,8	27,19	26,58	25,98	25,38	24,8	24,22	23,65	22,53
28,84	28,24	27,64	27,03	26,44	25,85	25,28	24,71	24,14	23,04
29,29	28,7	28,11	27,53	26,94	26,37	25,78	25,25	24,69	23,59
29,75	29,17	28,58	28,01	27,44	26,88	26,32	25,77	25,23	24,16
30,18	29,61	29,05	28,48	27,92	27,37	26,83	26,29	25,75	24,7

Tabelle VII.

refraction 50 D.

Hornhautscheitel, diese und folgende Tabellen.

aphakischen Auges.

4,04 mm			δ = 4,54 mm				δ = 5,04 mm			
werth der Linse			Brechwerth der Linse				Brechwerth der Linse			
16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D
+ 3,5	+ 4,8	+ 6,25	+ 1,7	+ 3	+ 4,35	+ 5,75	+ 1,25	+ 2,5	+ 3,8	+ 5,1
+ 3	+ 4,3	+ 5,75	+ 1,1	+ 2,5	+ 3,7	+ 5,25	+ 0,6	+ 2	+ 3,25	+ 4,6
+ 2,4	+ 3,8	+ 5,25	+ 0,9	+ 1,8	+ 3,25	+ 4,75	0	+ 1,4	+ 2,7	+ 4,1
+ 1,8	+ 3,2	+ 4,75	− 0,2	+ 1,25	+ 2,7	+ 4,2	− 0,65	+ 0,75	+ 2,1	+ 3,6
+ 1,2	+ 2,65	+ 4,25	− 0,8	+ 0,75	+ 2,1	+ 3,7	− 1,25	+ 0,2	+ 1,5	+ 3
+ 0,6	+ 2,1	+ 3,75	− 1,5	+ 0,1	+ 1,6	+ 3,2	− 1,9	− 0,4	+ 1	+ 2,5
0	+ 1,55	+ 3,25	− 2,1	− 0,5	+ 1	+ 2,7	− 2,6	− 1	+ 0,5	+ 2
− 0,55	+ 1	+ 2,75	− 2,7	− 1,1	+ 0,5	+ 2,1	− 3,2	− 1,6	− 0,1	+ 1,5
− 1,1	+ 0,5	+ 2,25	− 3,3	− 1,7	− 0,1	+ 1,6	− 3,85	− 2,2	− 0,7	+ 1
− 1,7	+ 0	+ 1,75	− 4	− 2,25	− 0,6	+ 1,1	− 4,5	− 2,8	− 1,25	+ 0,4
− 2,25	− 0,6	+ 1,25	− 4,6	− 2,9	− 1,2	+ 0,6	− 5,1	− 3,4	− 1,8	− 0,1
− 2,9	− 1,2	+ 0,75	− 5,25	− 3,5	− 1,75	0	− 5,75	− 4	− 2,4	− 0,6
− 3,5	− 1,75	+ 0,25	− 5,9	− 4	− 2,3	− 0,5	− 6,4	− 4,6	− 2,9	− 1,1
− 4,1	− 2,25	− 0,3	− 6,5	− 4,65	− 2,9	− 1	− 7	− 5,2	− 3,5	− 1,7
− 4,6	− 2,75	− 0,7	− 7,2	− 5,25	− 3,4	− 1,5	− 7,7	− 5,8	− 4	− 2,2
− 5,25	− 3,4	− 1,3	− 7,8	− 5,8	− 4	− 2	− 8,3	− 6,4	− 4,6	− 2,75

Tabelle VIII.

Hornhaut-Refraction des

Refraction des Vollauges	δ = 3,04 mm				δ = 3,54 mm				δ =
	Brechwerth der Linse				Brechwerth der Linse				Brech-
	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D
— 10 D	+ 3,20	+ 4,7	+ 6	+ 7,6	+ 2.75	+ 4,25	+ 5.5	+ 7	+ 2,3
— 11	+ 2,6	+ 4,1	+ 5,5	+ 7,1	+ 2,1	+ 3,7	+ 5	+ 6,5	+ 1,7
— 12	+ 2	+ 3,5	+ 5	+ 6,6	+ 1.5	+ 3,1	+ 4,5	+ 6	+ 1
— 13	+ 1,3	+ 3	+ 4,5	+ 6,1	+ 0,9	+ 2.5	+ 3.9	+ 5.5	+ 0,4
— 14	+ 1,75	+ 2,4	+ 3,9	+ 5,6	+ 0,3	+ 2	+ 3.4	+ 5	— 0.2
— 15	+ 0.1	+ 1,7	+ 3,4	+ 5.1	— 0,3	+ 1,4	+ 2,9	+ 4,5	— 0,8
— 16	— 0,5	+ 1,25	+ 2,4	+ 4,6	— 1	+ 0,8	+ 2,35	+ 4	— 1.4
— 17	— 1,1	+ 0,7	+ 2,35	+ 4.1	— 1,5	+ 0.25	+ 1,75	+ 3,5	— 2
— 18	— 1,65	+ 0,1	+ 1,8	+ 3,7	— 2,2	— 0.3	+ 1,25	+ 3	— 2,6
— 19	— 2,4	— 0,4	+ 1,3	+ 3,2	— 2,8	— 0,9	+ 0.75	+ 2,5	— 3.25
— 20	— 2,9	— 1	+ 0,8	+ 2,7	— 3,4	— 1,5	+ 0.25	+ 2	— 3,9
— 21	— 3,5	— 1,5	+ 0.25	+ 2,2	— 4	— 2	— 0.3	+ 1,5	— 4,5
— 22	— 4,1	— 2,1	— 0,25	+ 1,7	— 4,6	— 2.6	— 0.9	+ 1	— 5.1
— 23	— 4,7	— 2,7	— 0,8	+ 1,2	— 5,25	— 3.2	— 1.4	+ 0,5	— 5,7
— 24	— 5,3	— 3,25	— 1,3	+ 0.75	— 5,9	— 3,75	— 1.9	+ 0	— 6.3
— 25	— 5,9	— 3.8	— 1.8	+ 0.25	— 6.5	— 4,3	— 2.4	— 0,4	— 6,4

Tabelle IX.

Hornhaut-

— 10 D	+ 3,3	+ 4,8	+ 6.2	+ 7,75	+ 2,9	+ 4.3	+ 5,7	+ 7.1	+ 2.4
— 11	+ 2,7	+ 4,3	+ 5,7	+ 7,25	+ 2,25	+ 3,75	+ 5.1	+ 6.7	+ 1,8
— 12	+ 2,1	+ 3,7	+ 5.2	+ 6,7	+ 1,6	+ 3.2	+ 4.6	+ 6.2	+ 1,2
— 13	+ 1,5	+ 3,1	+ 4,6	+ 6,3	+ 1	+ 2,6	+ 4.1	+ 5,7	+ 0,6
— 14	+ 0,9	+ 2,5	+ 4,1	+ 5,8	+ 0,6	+ 2	+ 3,6	+ 5,2	0
— 15	+ 0,3	+ 2	+ 3,6	+ 5,3	— 0.2	+ 1,5	+ 3	+ 4.7	— 0.65
— 16	— 0,3	+ 1,4	+ 3	+ 4,8	— 0 8	+ 0,9	+ 2.5	+ 4.2	— 1,3
— 17	— 0,9	+ 0,9	+ 2,5	+ 4.35	— 1,4	+ 0,3	+ 2	+ 3.7	— 1,9
— 18	— 1,5	+ 0,3	+ 2	+ 3,85	— 2	— 0,2	+ 1,5	+ 3,2	— 2.5
— 19	— 2,1	— 0,25	+ 1,5	+ 3,4	— 2,6	— 0.8	+ 0,9	+ 2.7	— 3,1
— 20	— 2,75	— 0,8	+ 1	+ 2,9	— 3,25	— 1,4	+ 0,4	+ 2.2	— 3,7
— 21	— 3,3	— 1,4	+ 0,5	+ 2,4	— 3,85	— 1,9	— 0,1	+ 1,7	— 4,4
— 22	— 3,9	— 1,9	0	+ 1,9	— 4,45	— 2.5	— 0,6	+ 1.2	— 5
— 23	— 4,5	— 2,5	— 0,6	+ 1.4	— 5	— 3	— 1,2	+ 0.7	— 5,6
— 24	— 5,1	— 3,1	— 1,1	+ 0,9	— 5,6	— 3,6	— 1,7	+ 0.25	— 6.25
— 25	— 5,7	— 3,6	— 1,6	+ 0,4	— 6,2	— 4,2	— 2,2	— 0,2	— 6,9

Tabelle X.

Hornhaut-

— 10 D	+ 3,4	+ 5	+ 6,4	+ 7,9	+ 3	+ 4,5	+ 5,8	+ 7,3	+ 2,55
— 11	+ 2,85	+ 4,4	+ 5,9	+ 7.4	+ 2.4	+ 3,9	+ 5.3	+ 6,8	+ 2
— 12	+ 2,25	+ 3,8	+ 5.3	+ 6.9	+ 1,75	+ 3.3	+ 4.8	+ 6.3	+ 1,3
— 13	+ 1,6	+ 3,3	+ 4,8	+ 6.4	+ 1,1	+ 2.7	+ 4,2	+ 5,8	+ 0,7
— 14	+ 1	+ 2.7	+ 4,3	+ 6	+ 0,5	+ 2,2	+ 3,7	+ 5.3	+ 0.1
— 15	+ 0,4	+ 2,15	+ 3,8	+ 5,5	0	+ 1,6	+ 3,2	+ 4,8	— 0,5
— 16	— 0.2	+ 1,6	+ 3,25	+ 5	— 0,7	+ 1	+ 2.7	+ 4,3	— 1,1
— 17	— 0,8	+ 1	+ 2,7	+ 4,5	— 1,3	+ 0,5	+ 2,1	+ 3,9	— 1,7
— 18	— 1,4	+ 0,5	+ 2,2	+ 4	— 1,9	0	+ 1,6	+ 3.4	— 2,3
— 19	— 2	- 0,1	+ 1,7	+ 3,5	— 2,5	- 0.6	+ 1,1	+ 2,9	— 2,9
— 20	— 2,6	— 0,7	+ 1,1	+ 3	— 3,1	- 1,2	+ 0,6	+ 2,4	— 3.5
— 21	— 3,2	1,2	+ 0.65	+ 2,5	— 3,7	- 1,75	0	+ 1,9	— 4,1
— 22	— 3,8	— 1,8	+ 0,1	+ 2	— 4,3	- 2.3	— 0,5	+ 1,4	— 4,7
— 23	— 4,4	— 2,35	— 0,4	+ 1,6	— 4,9	- 2.9	— 1	1	— 5,3
24	— 5	— 3	— 0.95	+ 1,1	— 5,5	— 3,4	- 1,5	+ 0.5	— 6
25	5,6	— 3,5	1,5	+ 0,6	— 6,1	— 4	2	0	— 6,6

refraction 49 D.

Tabelle VIII.

aphakischen Auges

4,04 mm			δ = 4,54 mm				δ = 5,04 mm			
werth der Linse			Brechwerth der Linse				Brechwerth der Linse			
16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D
+ 3,7	+ 5	+ 6,4	+ 1,85	+ 3,2	+ 4,5	+ 5,85	+ 1,4	+ 2,75	+ 3,9	+ 5,3
+ 3,1	+ 4,5	+ 5,9	+ 1,2	+ 2,6	+ 3,9	+ 5,35	+ 0,8	+ 2,1	+ 3,4	+ 4,85
+ 2,5	+ 4	+ 5,4	+ 0,6	+ 2	+ 3,4	+ 4,85	+ 0,1	+ 1,5	+ 2,8	+ 4,25
+ 2	+ 3,4	+ 4,9	0	+ 1,4	+ 2,8	+ 4,35	— 0,5	+ 0,9	+ 2,3	+ 3,75
+ 1,4	+ 2,8	+ 4,4	— 0,65	+ 0,8	+ 2,3	+ 3,85	— 1,1	+ 3,5	+ 1,7	+ 3,25
+ 0,8	+ 2,3	+ 3,9	— 1,3	+ 0,25	+ 1,75	+ 3,3	— 1,7	— 0,25	+ 1,2	+ 2,75
+ 0,2	+ 1,75	+ 3,4	— 1,9	— 0,3	+ 1,2	+ 2,8	— 2,35	— 0,8	+ 0,6	+ 2,2
— 0,35	+ 1,25	+ 2,9	— 2,5	— 0,9	+ 0,6	+ 2,3	— 3	— 1,4	0	+ 1,7
— 0,9	+ 0,7	+ 2,4	— 3,2	— 1,5	+ 0,1	+ 1,8	— 3,6	— 2	— 0,5	+ 1,2
— 1,5	+ 0,1	+ 1,9	— 3,8	— 2,1	— 0,4	+ 1,25	— 4,25	— 2,6	— 1	+ 0,7
— 2,1	— 0,4	+ 1,4	— 4,4	— 2,7	— 1	+ 0,75	— 4,85	— 3,2	— 1,6	+ 0,15
— 2,7	— 0,9	+ 0,9	— 5	— 3,25	— 1,5	+ 0,25	— 5,5	— 3,75	— 2,1	— 0,35
— 3,25	— 1,5	+ 0,4	— 5,7	— 3,85	— 2	— 0,25	— 6,1	— 4,35	— 2,7	— 0,9
— 3,8	— 2	+ 0	— 6,3	— 4,4	— 2,6	— 0,75	— 6,7	— 4,9	— 3,2	— 1,4
— 4,4	— 2,5	— 0,6	— 6,9	— 5	— 3,2	— 1,25	— 7,3	— 5,5	— 3,8	— 1,9
— 5	— 3	— 1,1	— 7,5	— 5,6	— 3,7	— 1,8	— 8	— 6,1	— 4,3	— 2,4

refraction 48 D

Tabelle IX.

+ 3,85	+ 5,1	+ 6,6	+ 2	+ 3,35	+ 4,65	+ 6,1	+ 1,6	+ 2,9	+ 4,1	+ 5,5
+ 3,25	+ 4,6	+ 6,1	+ 1,4	+ 2,7	+ 4,1	+ 5,6	+ 1	+ 2,3	+ 3,5	+ 5
+ 2,7	+ 4,1	+ 5,6	+ 0,75	+ 2,2	+ 3,55	+ 5,1	+ 0,4	+ 1,7	+ 3	+ 4,5
+ 2,1	+ 4,5	+ 5,1	+ 0,1	+ 1,6	+ 3	+ 4,6	+ 0,3	+ 1,1	+ 2,6	+ 4
+ 1,55	+ 3	+ 4,6	— 0,5	+ 1	+ 2,5	+ 4	— 0,9	+ 0,5	+ 1,9	+ 3,5
+ 1	+ 2,5	+ 4,1	— 1,1	+ 0,5	+ 2	+ 3,5	— 1,6	+ 0	+ 1,3	+ 3
+ 0,4	+ 1,9	+ 3,6	— 1,75	— 0,1	+ 1,6	+ 3	2,2	— 0,6	+ 0,75	+ 2,5
— 0,2	+ 1,4	+ 3,1	— 2,4	— 0,7	+ 0,9	+ 2,5	— 2,8	— 1,2	+ 0,2	+ 1,9
— 0,75	+ 1,85	+ 2,6	— 3	— 1,3	+ 0,4	+ 2	3,45	— 1,8	— 0,3	+ 1,4
— 1,3	+ 0,3	+ 2,1	— 3,6	— 1,9	— 0,2	+ 1,5	— 4,1	— 2,4	— 0,9	+ 0,9
— 1,9	— 0,2	+ 1,6	— 4,25	— 2,4	— 0,8	+ 1	— 4,7	— 3	— 1,4	+ 0,4
— 2,4	— 0,75	+ 1,1	— 4,9	— 3	— 1,3	+ 0,5	5,3	— 3,6	— 2	— 0,1
— 3	— 1,3	+ 0,6	— 5,5	— 3,6	— 1,8	0	— 6	— 4,2	— 2,5	— 0,6
— 3,6	— 1,8	+ 0,1	— 6,1	— 4,2	— 2,4	— 0,5	— 6,6	— 4,8	— 3,1	— 1,1
— 4,2	— 2,35	— 0,4	— 6,7	— 4,7	— 3	— 1	7,25	— 5,4	— 3,6	— 1,65
— 4,7	— 2,9	— 0,9	— 7,3	— 5,3	— 3,5	— 1,5	— 7,9	— 6	— 4,2	— 2,2

refraction 47 D

Tabelle X.

+ 4	+ 5,3	+ 6,7	+ 2,1	+ 3,5	+ 4,8	+ 6,2	+ 1,7	+ 3,1	+ 4,25	+ 5,7
+ 3,4	+ 4,8	+ 6,2	+ 1,5	+ 3	+ 4,3	+ 5,7	+ 1,1	+ 2,5	+ 3,7	+ 5,1
+ 2,8	+ 4,2	+ 5,7	+ 0,9	+ 2,4	+ 3,75	+ 5,2	+ 0,5	+ 1,9	+ 3,2	+ 4,6
+ 2,2	+ 3,7	+ 5,2	+ 0,4	+ 1,8	+ 3,2	+ 4,7	0,1	+ 1,3	+ 2,6	+ 4,1
+ 1,7	+ 3,2	+ 4,7	— 0,3	+ 1,2	+ 2,6	+ 4,2	— 0,8	+ 0,7	+ 2,1	+ 3,6
+ 1,1	+ 2,6	+ 4,2	— 1	+ 0,6	+ 2,1	+ 3,7	— 1,4	+ 0,1	+ 1,5	+ 3,1
- 0,5	+ 2,1	+ 3,7	— 1,6	0	+ 1,6	+ 3,2	— 2	— 0,5	+ 1	+ 2,6
0	+ 1,6	+ 3,2	— 2,2	- 0,5	+ 1	+ 2,7	— 2,6	— 1	+ 0,4	+ 2,1
— 0,6	+ 1	+ 2,7	- 2,8	— 1,1	+ 0,5	+ 2,2	— 3,2	— 1,6	— 0,1	+ 1,6
— 1,2	+ 0,5	+ 2,2	— 3,5	— 1,7	0	+ 1,7	— 3,9	— 2,2	— 0,6	+ 1,1
- 1,75	0	+ 1,8	— 4,1	- 2,3	— 0,6	+ 1,2	— 4,5	2,8	— 1,2	+ 0,6
- 2,3	— 0,5	+ 1,3	— 4,7	— 2,9	— 1,1	+ 0,7	— 5,1	— 3,4	— 1,7	0
— 2,9	— 1,1	+ 0,8	— 5,3	— 3,4	- 1,7	+ 0,2	— 5,7	4	- 2,25	— 0,4
- 3,4	— 1,6	+ 0,3	— 6	— 4	— 2,2	0,3	- 6,3	— 4,6	- 2,8	- 0,9
- 4	— 2,1	— 0,2	— 6,6	— 4,6	— 2,7	— 0,8	— 7	— 5,2	- 3,3	- 1,5
4,6	— 2,7	- 0,65	— 7,2	- 5,2	— 3,3	— 1,3	— 7,6	— 5,7	— 3,9	— 2

Tabelle XI.

Refraction des Vollauges	Hornhaut-Refraction des $\delta = 3{,}04$ mm Brechwerth der Linse				$\delta = 3{,}54$ mm Brechwerth der Linse				$\delta =$ Brech-
	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D
— 10 D	+ 3,6	+ 5,1	+ 6,5	+ 8	+ 3,1	+ 4,6	+ 6	+ 7,5	+ 2,7
11	+ 3	+ 4,5	+ 6	+ 7,5	+ 2,5	+ 4	+ 5,5	+ 7	+ 2,1
— 12	+ 2,4	+ 4	+ 5,5	+ 7,1	+ 1,9	+ 3,5	+ 5	+ 6,5	+ 1,5
13	+ 1,7	+ 3,6	+ 5	+ 6,6	+ 1,3	+ 2,9	+ 4,4	+ 6	+ 0,9
— 14	+ 1,2	+ 2,9	+ 4,5	+ 6,1	+ 0,7	+ 2,4	+ 3,9	+ 5,5	+ 0,3
15	+ 0,5	+ 2,3	+ 4	+ 5,6	+ 0,1	+ 1,8	+ 3,4	+ 5	− 0,3
— 16	0	+ 1,7	+ 3,4	+ 5,1	− 0,5	+ 1,2	+ 2,8	+ 4,6	− 1
— 17	− 0,6	+ 1,2	+ 2,9	+ 4,7	− 1,1	+ 0,7	+ 2,3	+ 4,1	− 1,6
18	− 1,2	+ 0,6	+ 2,4	+ 4,2	− 1,7	+ 0,1	+ 1,8	+ 3,6	− 2,2
— 19	− 1,85	0	+ 1,9	+ 3,7	− 2,3	− 0,4	+ 1,3	+ 3,1	− 2,8
— 20	− 2,45	− 0,5	+ 1,4	+ 3,2	− 2,9	− 1	+ 0,75	+ 2,6	− 3,4
— 21	− 3	− 1	+ 0,9	+ 2,8	− 3,5	− 1,6	+ 0,2	+ 2,1	− 4
— 22	− 3,65	− 1,6	+ 0,4	+ 2,3	− 4,1	− 2,1	− 0,3	+ 1,6	− 4,6
23	− 4,3	− 2,2	− 0,2	+ 1,8	− 4,8	− 2,7	− 0,8	+ 1,1	− 5,25
— 24	− 4,9	− 2,8	− 0,7	+ 1,3	− 5,4	− 3,3	− 1,3	+ 0,7	− 5,9
25	− 5,5	− 3,3	− 1,2	+ 0,8	− 6	− 3,8	− 1,9	+ 0,2	− 6,5

Tabelle XII.

	Hornhaut-								
— 10 D	+ 3,7	+ 5,2	+ 6,7	+ 8,15	+ 3,25	+ 4,8	+ 6,15	+ 7,65	+ 2,9
11	+ 3,1	+ 4,7	+ 6,1	+ 7,7	+ 2,6	+ 4,2	+ 5,6	+ 7,15	+ 2,25
— 12	+ 2,5	+ 4,1	+ 5,7	+ 7,2	+ 2	+ 3,65	+ 5,1	+ 6,7	+ 1,65
— 13	+ 1,9	+ 3,6	+ 5,1	+ 6,7	+ 1,5	+ 3,1	+ 4,6	+ 6,2	+ 1
14	+ 1,3	+ 3	+ 4,6	+ 6,2	+ 0,8	+ 2,55	+ 4	+ 5,8	+ 0,45
— 15	+ 0,7	+ 2,5	+ 4,1	+ 5,8	+ 0,25	+ 2	+ 3,5	+ 5,25	− 0,2
— 16	+ 0,1	+ 1,9	+ 3,6	+ 5,3	− 0,3	+ 1,4	+ 3	+ 4,8	− 0,8
— 17	− 0,5	+ 1,3	+ 3,1	+ 4,8	− 1	+ 0,85	+ 2,5	+ 4,3	− 1,35
— 18	− 1,1	+ 0,8	+ 2,6	+ 4,3	− 1,55	+ 0,3	+ 2	+ 3,8	− 2
— 19	− 1,7	+ 0,2	+ 2	+ 3,9	− 2,2	− 0,25	+ 1,5	+ 3,3	− 2,6
— 20	− 2,3	− 0,3	+ 1,5	+ 3,4	− 2,8	− 0,85	+ 0,9	+ 2,85	− 3,2
— 21	− 2,9	− 0,9	+ 1	+ 2,9	− 3,4	− 1,4	+ 0,4	+ 2,35	− 3,8
— 22	− 3,5	− 1,45	+ 0,5	+ 2,4	− 4	− 2	− 0,1	+ 1,85	− 4,4
— 23	− 4,1	− 2	0	+ 2	− 4,6	− 2,55	− 0,6	+ 1,4	− 5
— 24	− 4,7	− 2,6	− 0,5	+ 1,5	− 5,25	− 3,1	− 1,1	+ 0,9	− 5,6
— 25	− 5,3	− 3,1	− 1	+ 1	− 5,85	− 3,7	− 1,7	+ 0,4	− 6,2

Tabelle XIII.

	Hornhaut-								
— 10 D	+ 3,85	+ 5,4	+ 6 8	+ 8,35	+ 3,4	+ 4,9	+ 6·3	+ 7,8	+ 3
— 11	+ 3,3	+ 4,9	+ 6,3	+ 7,85	+ 2,8	+ 4,3	+ 5·8	+ 7,3	+ 2,4
— 12	+ 2,7	+ 4,3	+ 5,8	+ 4,4	+ 2,2	+ 3,8	+ 5·3	+ 6,9	+ 1,8
13	+ 2,1	+ 3,75	+ 5,3	+ 6,95	+ 1,6	+ 3,2	+ 4,8	+ 6,4	+ 1,2
— 14	+ 1,5	+ 3,2	+ 4,8	+ 6,5	+ 1	+ 2,8	+ 4,3	+ 5,9	+ 0,6
— 15	+ 0,9	+ 2,65	+ 4,3	+ 6	+ 0,9	+ 2,1	+ 3,8	+ 5,4	0
— 16	+ 0,3	+ 2,1	+ 3,8	+ 5,5	− 0,2	+ 1,5	+ 3,3	+ 5	− 0,65
— 17	− 0,3	+ 1,65	+ 3,3	+ 5	− 0,8	+ 1	+ 2,7	+ 4,5	− 1,25
— 18	− 0,9	+ 1	+ 2,75	+ 4,6	− 1,4	+ 0,5	+ 2,2	+ 4	− 1,85
19	− 1,5	+ 0,4	+ 2,2	+ 4,1	− 2	− 0,1	+ 1,7	+ 3,5	− 2,5
— 20	− 2,1	− 0,1	+ 1,7	+ 3,6	− 2,6	− 0,7	+ 1,2	+ 3	− 3
— 21	− 2,7	− 0,7	+ 1,2	+ 3,15	− 3,2	− 1,2	+ 0,7	+ 2,6	− 3,7
— 22	− 3,3	− 1,3	+ 0,7	+ 2,7	− 3,9	− 1,8	+ 0,1	+ 2,1	− 4,25
− 23	− 4	− 1,8	+ 0,15	+ 2,2	− 4,5	− 2,4	− 0,4	+ 1,6	− 4,9
24	− 4,6	− 2,4	− 0,35	+ 1,75	− 5,1	− 3	− 0,9	+ 1,1	− 5,5
25	− 5,2	− 3	− 0,85	+ 1,25	− 5,7	− 3,5	− 1,4	+ 0,6	− 6,1

refraction 46 D.

Tabelle XI.

aphakischen Auges in D

4,04 mm			$\delta = 4{,}54$ mm			$\delta = 5{,}04$ mm			
werth der Linse			Brechwerth der Linse			Brechwerth der Linse			
16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D
+ 4,15	+ 5.5	+ 6,9	+ 2,3	+ 3,7	+ 5	+ 6,4	+ 1.9	+ 3,2	+ 4,4	+ 5,9
+ 3,6	+ 5	+ 6,45	+ 1,7	+ 3,1	+ 4,4	+ 5,9	+ 1,2	+ 2,6	+ 3,9	+ 5,3
+ 3	+ 4.5	+ 6	+ 1	+ 2,5	+ 3,9	+ 5.4	+ 0.6	+ 2	+ 3,4	+ 4,8
+ 2,25	+ 3,9	+ 5,5	+ 0,4	+ 2	+ 3,3	+ 4,9	0	+ 1,5	+ 2,8	+ 4,3
+ 1,9	+ 3,4	+ 5	— 0,2	+ 1,4	+ 2.8	+ 4,4	— 0,6	+ 0,9	+ 2,3	+ 3,9
+ 1,3	+ 2.9	+ 4,5	— 0,8	+ 0,8	+ 2,3	+ 3,9	— 1,2	+ 0.3	+ 1,75	+ 3,3
+ 0,75	+ 2.35	+ 4	— 1,4	+ 0.2	+ 1,75	+ 3,4	— 1,9	— 0,2	+ 1,25	+ 2,8
+ 0,15	+ 1,8	+ 3,5	— 2	— 0,3	+ 1,2	+ 2,9	— 2,5	— 0,8	+ 0,7	+ 2,3
— 0.4	+ 1.25	+ 3	— 2,6	— 0.9	+ 0,7	+ 2,4	— 3,1	— 1,4	+ 0,15	+ 1,8
— 1	+ 0.75	+ 2.5	— 3,75	— 1,5	+ 0,1	+ 1,9	— 3,7	— 2	— 0,4	+ 1,3
— 1,55	+ 0.2	+ 2	— 3,9	— 2,1	— 0,4	+ 1,4	— 4,3	— 2,6	— 0,9	+ 0.8
— 2,1	— 0,3	+ 1.5	— 4,5	— 2,7	0,9	+ 1	— 5	— 3,1	— 1,5	+ 0.3
— 2,7	— 0,85	+ 1	— 5,1	— 3,2	— 1,4	+ 0,5	— 5,6	— 3,7	— 2	— 0,2
— 3,25	— 1,4	+ 0,5	— 5,7	— 3.8	— 1,9	0	— 6,2	— 4,3	— 2,5	— 0.7
— 3,85	— 1,9	0	— 6,3	— 4.4	— 2,5	— 0,5	— 6,9	— 4,9	— 3	— 1,1
— 4,4	— 2,5	— 0,4	— 7	— 5	— 3	— 1	— 7,5	— 5,5	— 3,6	— 1.7

refraction 45 D.

Tabelle XII.

+ 4,3	+ 5,7	+ 7,1	+ 2,45	+ 3,85	+ 5,1	+ 6,6	+ 2	+ 3,4	+ 4,65	+ 6
+ 3,75	+ 5,2	+ 6,6	+ 1,85	+ 3,3	+ 4,6	+ 6,1	+ 1,4	+ 2,85	+ 4,1	+ 5.5
+ 3,2	+ 4.65	+ 6,1	+ 1,2	+ 2,7	+ 4	+ 5,6	+ 0,8	+ 2,25	+ 3,6	+ 5
+ 2,6	+ 4,1	+ 5,65	+ 0,6	+ 2,1	+ 3,5	+ 5,1	+ 0,15	+ 1,7	+ 3	+ 4,5
+ 2	+ 3,6	+ 5,2	0	+ 1,6	+ 3	+ 4,6	0,4	+ 1,1	+ 2,5	+ 4
+ 1,5	+ 3	+ 4.7	— 0,6	+ 1	+ 2.5	+ 4,1	— 1	+ 0,5	+ 2	+ 3.5
+ 0,9	+ 2,45	+ 4.2	— 1,2	+ 0,4	+ 2	+ 3,65	— 1,7	0	+ 1,45	+ 2
+ 0,35	+ 2	+ 3.7	— 1,9	— 0,1	+ 1,4	+ 3,15	— 2,3	— 0.6	+ 0,9	+ 2,5
— 0.2	+ 1,5	+ 3,2	— 2,5	— 0,7	+ 0,9	+ 2,55	— 3	— 1,2	+ 0,4	+ 3
— 0,8	+ 1	+ 2,7	— 3,1	— 1,3	+ 0,4	+ 2,15	— 3,6	— 1,8	— 0,15	+ 1,5
— 1,35	+ 0,4	+ 2,2	— 3,8	— 1,9	— 0,1	+ 1,65	— 4,2	— 2,3	— 0,7	+ 1
— 1,9	— 0,1	+ 1,7	— 4,4	— 2,4	— 0.7	+ 1,15	— 4,85	— 2,95	— 1,2	+ 0,5
— 2,5	— 0,6	+ 1,2	— 5	— 3	1,2	+ 0,65	— 5,45	— 3,5	— 1,8	0
— 3	— 1,2	+ 0,7	— 5,6	— 3,6	— 1,75	+ 0,15	6,1	— 4,1	— 2,3	— 0,5
— 3,65	— 1,7	+ 0,25	— 6,2	— 4,1	— 2,3	— 0,35	— 6,75	— 4,7	— 2,85	— 1
— 4,2	— 2,2	— 0,2	— 6,8	— 4,75	— 2,8	— 0.8	— 7.35	— 5,25	— 3,4	— 1.5

refraction 44 D.

Tabelle XIII.

+ 4,45	+ 5,8	+ 7,25	+ 2,6	+ 4	+ 5,35	+ 6,75	+ 2,2	+ 3,55	+ 4,85	+ 6.2
+ 3,9	+ 5,3	+ 6,8	+ 2	+ 3,45	+ 4,85	+ 6,25	+ 1,6	+ 3	+ 4,3	+ 5.75
+ 3,3	+ 4,8	+ 6,3	+ 1,4	+ 2,9	+ 4,3	+ 5,75	+ 1	+ 2,4	+ 3,8	+ 5.25
+ 2,75	+ 4,25	+ 5,8	+ 0,75	+ 2,3	+ 3,7	+ 5,3	+ 0,35	+ 1,85	+ 3,25	+ 4,75
+ 2,2	+ 3,75	+ 5,35	+ 0,15	+ 1,75	+ 3,25	+ 4,8	— 0,25	+ 1.3	+ 2,7	+ 4.25
+ 1.6	+ 3,2	+ 4,85	— 0,45	+ 1,2	+ 2,75	+ 4,3	— 0,85	+ 0,7	+ 2,2	+ 3,75
+ 1	+ 2,7	+ 4,4	— 1	+ 0,6	+ 2,2	+ 3,85	— 1,45	+ 0,1	+ 1,65	+ 3,25
+ 0,5	+ 2.2	+ 3,9	— 1,65	0	+ 1,7	+ 3,3	— 2,1	0,4	+ 1,1	+ 2,75
0	+ 1,65	+ 3.4	— 2,35	— 0,5	+ 1,15	+ 2,85	— 2,7	— 1	+ 0,6	+ 2,25
— 0,6	+ 1,15	+ 2,95	— 2,9	— 1	+ 0,65	+ 2,35	— 3,3	— 1,55	+ 0	+ 1,8
— 1,2	+ 0,6	+ 2,45	— 3,5	— 1,6	+ 0.1	+ 1.9	— 3,9	— 2,15	— 0,45	+ 1,3
— 1,75	+ 0,1	+ 2	— 4,1	— 2,2	— 0,45	+ 1,4	— 4,5	— 2,7	1	+ 0,8
— 2,3	— 0,4	+ 1,5	— 4,7	— 2,75	— 0,95	+ 0,9	— 5,1	— 3,25	— 1,5	+ 0,3
— 2,9	— 0,95	+ 1	— 5,3	— 3,3	— 1,5	+ 0,4	— 5,7	— 3,85	2	— 0.2
— 3,4	— 1,5	+ 0.5	— 5,9	— 3,9	— 2	— 0,1	6,35	— 4,4	— 2,55	— 0,65
— 4	— 2	0	— 6.5	— 4.45	— 2.5	— 0.55	— 6.95	— 5	— 3,1	— 1.15

Tabelle XIV.

Hornhaut-

Refraction des Vollauges	δ = 3,04 mm				δ = 3,54 mm				Refraction des δ =
	Brechwerth der Linse				Brechwerth der Linse				Brech-
	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D
— 10 D	+ 3,95	+ 5,5	+ 6,9	+ 8,45	+ 3,5	+ 5	+ 6,45	7,9	+ 3,1
— 11	+ 3,3	+ 4,95	+ 6,4	+ 8	+ 2,95	+ 4,5	+ 5,95	7.4	+ 2.5
— 12	+ 2,75	+ 4,4	+ 5,9	+ 7,5	+ 2.3	+ 3,9	+ 5,4	7	+ 1,9
— 13	+ 2,15	+ 3,85	+ 5,4	+ 7	+ 1,75	+ 3.35	+ 4,9	— 6.5	+ 1.3
— 14	+ 1,65	+ 3,3	+ 4,9	+ 6,55	+ 1,15	+ 2.8	+ 4,4	— 6	+ 0.7
— 15	+ 0,95	+ 2,75	+ 4,4	+ 6,1	+ 0,55	+ 2,25	+ 3,9	+ 5.55	— 0,1
— 16	+ 0,35	+ 2,2	+ 3,9	+ 5,6	0	+ 1,7	+ 3,4	— 5.05	— 0.5
— 17	— 0,25	+ 1,65	+ 3,4	+ 5,15	— 0,6	+ 1,15	+ 2,9	+ 4.6	— 1,1
— 18	— 0,8	+ 1,1	+ 2,85	+ 4,7	— 1,2	+ 0,6	+ 2,35	+ 4.1	— 1.7
— 19	— 1,4	+ 0,55	+ 2,35	+ 4,2	— 1,8	0	+ 1,85	— 3.65	— 2,3
— 20	— 2	0	+ 1,85	+ 3,75	— 2.4	— 0,5	+ 1,35	+ 3,15	— 2.9
— 21	— 2,6	— 0,55	+ 1,35	+ 3.25	— 3	— 1	+ 0,85	+ 2.7	— 3.5
— 22	— 3,2	— 1.1	+ 0,85	+ 2,8	— 3,6	— 1,6	+ 0,3	+ 2.2	— 4.1
— 23	— 3,8	— 1,65	+ 0,3	+ 2,3	— 4,2	— 2,15	— 0,2	+ 1.75	— 4.65
— 24	— 4,4	— 2.15	— 0,2	+ 1,9	— 4,8	— 2,7	— 0.7	+ 1,25	— 5.25
— 25	— 5	— 2,7	— 0,7	+ 1.4	— 5.4	— 3,25	— 1.2	0.7	5.9

Tabelle XV.

Hornhaut-

— 10 D	+ 4,05	+ 5,6	+ 7	+ 8,55	+ 3,7	+ 5,2	+ 6.6	— 8.1	+ 3.25
— 11	+ 3,45	+ 5,05	+ 6,5	+ 8,1	+ 3,1	+ 4,6	+ 6,1	+ 7.6	+ 2.65
— 12	+ 2,85	+ 4,5	+ 6	+ 7,65	+ 2,5	+ 4,1	+ 5,6	+ 7,15	+ 2,05
— 13	+ 2,25	+ 4	+ 5,5	+ 7,2	+ 1,9	+ 3,5	+ 5.1	+ 6,7	+ 1,45
— 14	+ 1,7	+ 3,4	+ 5	+ 6,7	+ 1,3	+ 3	+ 4,6	+ 6,2	+ 0,85
— 15	+ 1,1	+ 2,9	+ 4,5	+ 6,25	+ 0,7	+ 2,45	+ 4,1	+ 5.75	+ 0,25
— 16	+ 0,5	+ 2,35	+ 4	+ 5,8	+ 0,1	+ 1,9	+ 3,6	+ 5,3	— 0,35
— 17	— 0,1	+ 1,8	+ 3,5	+ 5,3	— 0,5	+ 1,3	+ 3.05	+ 4,8	— 0.95
— 18	— 0,7	+ 1,25	+ 3	+ 4,85	— 1.1	+ 0,8	+ 2.55	+ 4.35	— 1.5
— 19	— 1,25	+ 0,7	+ 2,5	+ 4,4	— 1,7	+ 0,2	+ 2	+ 3.9	— 2,15
— 20	— 1,9	+ 0,15	+ 2	+ 3,9	— 2,3	— 0,3	+ 1,5	+ 3.4	— 2.75
— 21	— 2,5	— 0,4	+ 1,5	+ 3,45	— 2,9	— 0,85	+ 1	+ 2.9	— 3.35
— 22	— 3,05	— 0,9	+ 1	+ 3	— 3,45	— 1,4	+ 0.5	+ 2.45	— 3.95
— 23	— 3,65	— 1,5	+ 0,5	+ 2,5	— 4,05	— 1,95	0	+ 2	— 4.55
— 24	— 4,25	— 2	0	+ 2,05	— 4,65	— 2,5	— 0.5	+ 1.5	— 5.15
— 25	— 4,9	— 2,55	— 0,5	+ 1,6	— 5.25	— 3	— 1	+ 1	— 5.75

Tabelle XVI.

Hornhaut-

— 10 D	+ 4,2	+ 5.75	+ 7,2	+ 8,7	+ 3,8	+ 5,3	+ 6.75	+ 8.25	+ 3.4
— 11	+ 3,6	+ 5,2	+ 6,7	+ 8,25	+ 3,2	+ 4,7	+ 6,25	+ 7.7	+ 2.8
— 12	+ 3	+ 4,65	+ 6,2	+ 7.8	+ 2,5	+ 4,2	+ 5,75	+ 7,3	+ 2.2
— 13	+ 2,45	+ 4,1	+ 5,7	+ 7,35	+ 2	+ 3,7	+ 5,2	+ 6,85	+ 1.6
— 14	+ 1,85	+ 3,55	+ 5,2	+ 6,85	+ 1,4	+ 3,1	+ 4.7	+ 6,4	+ 1
— 15	+ 1,25	+ 3	+ 4,7	+ 6,4	+ 0,8	+ 2,6	+ 4.2	+ 5,9	+ 0.4
— 16	+ 0,7	+ 2,5	+ 4,2	+ 5,95	+ 0,25	+ 2	+ 3.7	+ 5,45	— 0.2
— 17	+ 0,1	+ 1,95	+ 3,7	+ 5,5	— 0,3	+ 1,5	+ 3,2	+ 5	— 0,8
— 18	— 0,5	+ 1,4	+ 3,2	+ 5	— 0,9	+ 1	+ 2.7	+ 4.5	— 1.4
— 19	— 1,1	+ 0,85	+ 2,7	+ 4.5	— 1,5	+ 0,4	+ 2,2	+ 4	— 2
— 20	— 1,7	+ 0,3	+ 2,2	+ 4,1	— 2,1	0,15	+ 1,7	+ 3,6	— 2.6
— 21	— 2,25	0.2	+ 1,7	+ 3,6	— 2,7	0,7	+ 1,2	+ 3.1	— 3,2
— 22	— 2,85	0.75	+ 1,2	+ 3,15	— 3,3	1,25	+ 0,7	+ 2,65	— 3.8
— 23	— 3,45	1.3	+ 0,7	+ 2.7	— 3,9	1,8	+ 0,2	+ 1,2	— 4.35
— 24	— 4	+ 1,85	+ 0,2	+ 2.2	— 4,5	2,3	— 0,3	+ 1,7	— 5
— 25	— 4,6	2,4	0.3	+ 1.8	— 5,1	2,9	— 0,8	+ 1,25	— 5.55

refraction 43 D.

Tabelle XIV.

aphakischen Auges in D

4,04 mm			$\delta = 4{,}54$ mm				$\delta = 5{,}04$ mm			
werth der Linse			Brechwerth der Linse				Brechwerth der Linse			
16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D
+ 4,6	+ 5,95	+ 7,45	+ 2,75	+ 4,15	+ 5,5	+ 6,95	+ 2,35	+ 3,75	+ 5.05	+ 6,4
+ 4	+ 5.45	+ 6,95	+ 2,15	+ 3,6	+ 5	+ 6,45	+ 1,7	+ 3,2	+ 4,5	+ 5,9
+ 3,5	+ 4,9	+ 6,45	+ 1,55	+ 3	+ 4.5	+ 6	+ 1,1	+ 2,6	+ 4	+ 5,45
+ 2,9	+ 4,4	+ 6	+ 0,9	+ 2,5	+ 4	+ 5,5	+ 0,5	+ 2	+ 3.5	+ 4,95
+ 2,35	+ 3.9	+ 5,5	+ 0,4	+ 1,9	+ 3,45	+ 5	— 0,1	+ 1,5	+ 2,95	+ 4,5
+ 1,8	+ 3,4	+ 5	— 0,3	+ 1,35	+ 2,9	+ 4,5	— 0,7	+ 0,9	+ 2,4	+ 4
+ 1,25	+ 2,85	+ 4,55	— 0,9	+ 0,8	+ 2,4	+ 4,05	— 1,35	+ 0,35	+ 1,9	+ 3.5
+ 0,7	+ 2,35	+ 4,05	— 1,5	+ 0,2	+ 1,9	+ 3,55	— 1,95	— 0,2	+ 1,35	+ 3
+ 0,1	+ 1,85	+ 3,6	— 2,1	— 0,35	+ 1,35	+ 3,05	— 2,55	— 0,75	+ 0,8	+ 2,5
— 0,4	+ 1,3	+ 3,1	— 2.75	— 0,9	+ 0,8	+ 2,6	— 3,15	— 1,3	+ 0,3	+ 2
— 1	+ 0.8	+ 2,6	— 3,3	— 1,5	+ 0,3	+ 2,1	— 3,75	— 1,9	— 0.25	+ 1,5
— 1.55	+ 0.3	+ 2,1	— 3,95	— 2	— 0,2	+ 1,6	— 4,35	— 2.5	— 0,75	+ 1
— 2,1	— 0.25	+ 1,65	— 4,55	— 2,6	— 0,75	+ 1,1	— 5	— 3	— 1,3	+ 0,55
— 2,65	— 0,75	+ 1,2	— 5,15	— 3,2	— 1.25	+ 0,6	— 5,6	— 3.6	— 1,8	0
— 3,2	— 1.25	+ 0,7	— 5.75	— 3,75	— 1,8	+ 0,15	— 6,2	— 4.15	— 2,3	— 0,45
— 3,75	— 1,75	+ 0,2	— 6,35	— 4,3	— 2,3	— 0,3	— 6,8	— 4.7	— 2,9	— 0,9

refraction 42 D.

Tabelle XV.

+ 4,75	+ 6,15	+ 7,6	+ 2,9	+ 4,3	+ 5,7	+ 7,1	+ 2.5	+ 3.9	+ 5,2	+ 6,6
+ 4,2	+ 5,6	+ 7,1	+ 2,3	+ 3,75	+ 5,15	+ 6,6	+ 1,9	+ 3,35	+ 4.7	+ 6,1
+ 3,65	+ 5,1	+ 6,6	+ 1,7	+ 3,2	+ 4,65	+ 6,1	+ 1,3	+ 2,8	+ 4,2	+ 5,6
+ 3,1	+ 4,6	+ 6,15	+ 1,1	+ 2,6	+ 4,1	+ 5,65	+ 0,7	+ 2,2	+ 3,65	+ 5,15
+ 2.5	+ 4,1	+ 5,7	+ 0,5	+ 2,1	+ 3,6	+ 5,15	+ 0,1	+ 1,65	+ 3,15	+ 4,7
+ 2	+ 3,6	+ 5,2	— 0,1	+ 1,5	+ 3,1	+ 4,7	— 0,5	+ 1,1	+ 2,6	+ 4,2
+ 1,4	+ 3,1	+ 4,75	— 0,7	+ 1	+ 2,6	+ 4,2	— 1,1	+ 0,5	+ 2,1	+ 3,7
+ 0,9	+ 2,6	+ 4,25	— 1,3	+ 0,4	+ 2,1	+ 3,7	— 1,75	0	+ 1,6	+ 3,2
+ 0,3	+ 2,05	+ 3,8	— 1,9	— 0,15	+ 1,55	+ 3,25	— 2,35	— 0,6	+ 1,05	+ 2,7
— 0,2	+ 1,5	+ 3,3	— 2,5	— 0,7	+ 1	+ 2,75	— 2,95	— 1,15	+ 0,5	+ 2,2
— 0,8	+ 1	+ 2,85	3,1	— 1,25	+ 0,5	+ 2,3	— 3,55	— 1,7	0	+ 1,75
— 1,35	+ 0.5	+ 2,4	— 3,7	— 1,8	0	+ 1,8	— 4,2	— 2,3	— 0,5	+ 1,25
— 1,9	0	+ 1,9	— 4,3	— 2,4	— 0.5	+ 1,3	— 4,9	— 2,85	— 1	+ 0,8
— 2,45	— 0.5	+ 1,4	— 4,9	— 2,9	— 1	+ 0,85	— 5,4	— 3,4	— 1,55	+ 0,3
— 3	— 1	+ 0,95	— 5,5	— 3,5	— 1.5	+ 0,4	— 6	— 4	— 2,1	— 0,2
— 3,55	— 1.5	+ 0,5	— 6,1	— 4	— 2	— 0,1	— 6,6	— 4,55	— 2,6	— 0,65

refraction 41 D.

Tabelle XVI.

+ 4,9	+ 6,3	+ 7,8	+ 3	+ 4,5	+ 5,85	+ 7,25	+ 2,6	+ 4.1	+ 5,4	+ 6,8
+ 4,4	+ 5,8	+ 7,3	+ 2,4	+ 3,9	+ 5,3	+ 6,8	+ 2	+ 3.5	+ 4,9	+ 6,3
+ 3,8	+ 5,3	+ 6,8	+ 1,8	+ 3,4	+ 4,8	+ 6,3	+ 1.4	+ 3	+ 4,4	+ 5,8
+ 3,3	+ 4,8	+ 6,35	+ 1,2	+ 2,8	+ 4,3	+ 5,85	+ 0,85	+ 2.4	+ 3.85	+ 5,35
+ 2,7	+ 4,3	+ 5,9	+ 0,6	+ 2,3	+ 3,8	+ 5,35	+ 0,2	+ 1,85	+ 3,35	+ 4,85
+ 2,2	+ 3.75	+ 5,4	0	+ 1,7	+ 3,25	+ 4,9	— 0.4	+ 1.3	+ 2,8	+ 4,4
+ 1,6	+ 3,25	+ 4,95	— 0,6	+ 1,15	+ 2,75	+ 4,4	— 1	+ 0.7	+ 2,3	+ 3,9
+ 1	+ 2,75	+ 4,5	1,2	+ 0,6	+ 2,2	+ 3,9	— 1.6	+ 0,2	+ 1,8	+ 3,4
+ 0,5	+ 2,2	+ 4	1,8	0	+ 1,7	+ 3,45	— 2,2	- 0.4	+ 1,25	+ 2,9
0	+ 1,7	+ 3,5	— 2,4	- 0,5	+ 1,2	+ 3	— 2,8	0,95	+ 0,75	+ 2.45
— 0,6	+ 1,2	+ 3	- 3	- 1	+ 0,7	+ 2,5	— 3,4	- 1,5	+ 0,2	+ 2
— 1,15	+ 0.7	+ 2,6	— 3,6	— 1,6	+ 0,2	+ 2	— 4	2,1	— 0,3	+ 1,5
— 1,7	+ 0,2	+ 2,1	- 4,2	- 2,1	— 0,3	+ 1,55	— 4,6	2.65	- 0,8	+ 1
— 2,25	— 0,3	+ 1,6	— 4,8	— 2,7	— 0,8	+ 1,1	— 5,2	— 3,2	— 1,4	+ 0,55
— 2,8	— 0,8	+ 1,15	— 5,4	— 3,2	— 1,3	+ 0.6	— 5.8	3,75	1,85	0
— 3,35	— 1,3	+ 0.7	— 6	— 3,8	1.85	+ 0,1	— 6.4	4,3	2,35	0,4

Tabelle XVII.

Hornhaut-

Refraction des Vollauges	$\delta = 3{,}04$ mm				$\delta = 3{,}54$ mm				Refraction des $\delta =$
	Brechwerth der Linse				Brechwerth der Linse				Brech-
	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D
— 10 D	+ 4,3	+ 5,9	+ 7,35	+ 8,9	+ 3,9	+ 5,5	+ 6,9	+ 8,4	+ 3,55
— 11	+ 3,75	+ 5,35	+ 6,9	+ 8,4	+ 3,3	+ 4,95	+ 6,4	+ 7,95	+ 3
— 12	+ 3,15	+ 4,8	+ 6,35	+ 8	+ 2,75	+ 4,4	+ 5,9	+ 7,5	+ 2,4
— 13	+ 2,55	+ 4,3	+ 5,9	+ 7,5	+ 2,15	+ 3,85	+ 5,4	+ 7	+ 1,8
— 14	+ 2	+ 3,75	+ 5,4	+ 7	+ 1,55	+ 3,4	+ 4,9	+ 6,5	+ 1,2
— 15	+ 1,4	+ 3,2	+ 4,9	+ 6,6	+ 0,95	+ 2,75	+ 4,4	+ 6,1	+ 0,6
— 16	+ 0,8	+ 2,65	+ 4,4	+ 6,1	+ 0,8	+ 2,2	+ 3,9	+ 5,6	0
— 17	+ 0,2	+ 2,1	+ 3,9	+ 5,7	— 0,2	+ 1,65	+ 3,4	+ 5,15	— 0,6
— 18	— 0,4	+ 1,6	+ 3,4	+ 5,2	— 0,8	+ 1,1	+ 2,9	+ 4,7	— 1,2
— 19	— 1	+ 1	+ 2,9	+ 4,75	— 1,4	+ 0,6	+ 2,4	+ 4,2	— 1,8
— 20	— 1,6	+ 0,5	+ 2,4	+ 4,3	— 2	0	+ 1,9	+ 3,7	— 2,4
— 21	— 2,15	0	+ 1,9	+ 3,8	— 2,6	— 0,5	+ 1,4	+ 3,3	— 3
— 22	— 2,75	— 0,6	+ 1,4	+ 3,35	— 3,2	— 1	+ 0,9	+ 2,85	— 3,55
— 23	— 3,3	— 1,1	+ 0,9	+ 2,9	— 3,75	— 1,6	+ 0,4	+ 2,4	— 4,15
— 24	— 3,9	— 1,7	+ 0,4	+ 2,45	— 4,35	— 2,15	— 0,1	+ 1,9	— 4,75
— 25	— 4,5	— 2,2	— 0,1	+ 2	— 4,95	— 2,7	— 0,6	+ 1,45	— 5,3

Tabelle XVIII.

Hornhaut-

— 10 D	+ 4,4	+ 6	+ 7,5	+ 9	+ 4	+ 5,6	+ 7,05	+ 8,55	+ 3,7
— 11	+ 3,85	+ 5,5	+ 7	+ 8,55	+ 3,5	+ 5,1	+ 6,55	+ 8,1	+ 3,1
— 12	+ 3,25	+ 5	+ 6,5	+ 8,1	+ 2,9	+ 4,55	+ 6,05	+ 7,6	+ 2,5
— 13	+ 2,7	+ 4,4	+ 6	+ 7,65	+ 2,3	+ 4	+ 5,55	+ 7,2	+ 2
— 14	+ 2,1	+ 3,9	+ 5,5	+ 7,2	+ 1,7	+ 3,5	+ 5,05	+ 6,7	+ 1,4
— 15	+ 1,5	+ 3,35	+ 5	+ 6,75	+ 1,1	+ 3	+ 4,6	+ 6,25	+ 0,8
— 16	+ 0,95	+ 2,8	+ 4,5	+ 6,3	+ 0,5	+ 2,4	+ 4,1	+ 5,8	+ 0,2
— 17	+ 0,35	+ 2,25	+ 4	+ 5,85	0	+ 1,85	+ 3,6	+ 5,35	— 0,4
— 18	— 0,25	+ 1,75	+ 3,5	+ 5,4	— 0,6	+ 1,3	+ 3,1	+ 5,9	— 1
— 19	— 0,8	+ 1,2	+ 3	+ 4,9	— 1,2	+ 0,75	+ 2,6	+ 5,45	— 1,6
— 20	— 1,4	+ 0,65	+ 2,5	+ 4,45	— 1,8	+ 0,2	+ 2,1	+ 4	— 2,15
— 21	— 2	+ 0,1	+ 2	+ 4	— 2,4	— 0,3	+ 1,6	+ 3,5	— 2,75
— 22	— 2,55	— 0,4	+ 1,5	+ 3,5	— 3	— 0,85	+ 1,1	+ 3	— 3,35
— 23	— 3,15	— 1	+ 1	+ 3	— 3,55	— 1,4	+ 0,6	+ 2,6	— 3,95
— 24	— 3,75	— 1,5	+ 0,6	+ 2,6	— 4,1	— 1,9	+ 0,1	+ 2,15	— 4,5
— 25	— 4,3	— 2	+ 0,1	+ 2,15	— 4,7	— 2,5	— 0,4	+ 1,7	— 5,1

Tabelle XIX.

Hornhaut-

— 10 D	+ 4,55	+ 6,15	+ 7,65	+ 9,15	+ 4,15	+ 5,75	+ 7,2	+ 8,7	+ 3,8
— 11	+ 3,95	+ 5,6	+ 7,15	+ 8,7	+ 3,6	+ 5,2	+ 6,7	+ 8,25	+ 3,25
— 12	+ 3,35	+ 5,1	+ 6,65	+ 8,25	+ 3	+ 4,7	+ 6,2	+ 7,8	+ 2,65
— 13	+ 2,7	+ 4,5	+ 6,15	+ 7,7	+ 2,4	+ 4,1	+ 5,7	+ 7,3	+ 2,05
— 14	+ 2,2	+ 4	+ 5,7	+ 7,35	+ 1,85	+ 3,6	+ 5,2	+ 6,9	+ 1,5
— 15	+ 1,6	+ 3,5	+ 5,2	+ 6,9	+ 1,3	+ 3,05	+ 4,7	+ 6,4	+ 0,9
— 16	+ 1	+ 2,95	+ 4,7	+ 6,45	+ 0,7	+ 2,5	+ 4,2	+ 5,95	+ 0,3
— 17	+ 0,45	+ 2,4	+ 4,2	+ 6	+ 0,1	+ 2	+ 3,7	+ 5,5	— 0,25
— 18	— 0,1	+ 1,9	+ 3,7	+ 5,55	— 0,45	+ 1,45	+ 3,2	+ 5,05	— 0,85
— 19	— 0,7	+ 1,35	+ 3,2	+ 5,1	— 1	+ 0,9	+ 2,75	+ 4,6	— 1,45
— 20	— 1,3	+ 0,85	+ 2,75	+ 4,6	— 1,6	+ 0,4	+ 2,25	+ 4,1	— 2
— 21	— 1,85	+ 0,4	+ 2,25	+ 4,2	— 2,2	— 0,15	+ 1,8	+ 3,7	— 2,6
22	— 2,45	0,25	+ 1,8	+ 3,7	— 2,8	0,7	+ 1,3	+ 3,2	— 3,2
23	- 3	0,8	+ 1,3	+ 3,25	— 3,4	1,2	+ 0,8	+ 2,75	— 3,8
24	- 3,6	- 1,3	+ 0,8	+ 2,8	— 3,95	— 1,75	0,3	+ 2,3	- 4,35
25	- 4,2	1,85	+ 0,3	+ 2,35	— 4,5	— 2,3	- 0,2	+ 1,85	— 4,95

refraction 40 D.

Tabelle XVII.

aphakischen Auges in D

4,04 mm			$\delta = 4{,}54$ mm				$\delta = 5{,}04$ mm			
werth der Linse			Brechwerth der Linse				Brechwerth der Linse			
16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D	14 D	16 D	18 D	19,75 D
+ 5	+ 6,5	+ 7,9	+ 3,2	+ 4,7	+ 6	+ 7,45	+ 2,8	+ 4,25	+ 5,6	+ 7
+ 4,5	+ 6	+ 7.45	+ 2,6	+ 4,1	+ 5,5	+ 7	+ 2,2	+ 3,7	+ 5,05	+ 6,5
+ 4	+ 5,5	+ 7	+ 2	+ 3.55	+ 5	+ 6,5	+ 1,6	+ 3,15	+ 4,55	+ 6
+ 3,4	+ 5	+ 6,5	+ 1,4	+ 3	+ 4,5	+ 6	+ 1	+ 2,6	+ 4	+ 5,55
+ 2,9	+ 4,5	+ 6	+ 0,8	+ 2,45	+ 4	+ 5,6	+ 0,4	+ 2	+ 3,5	+ 5,05
+ 2,3	+ 4	+ 5,6	+ 0,2	+ 1,9	+ 3,5	+ 5,1	— 0,2	+ 1,5	+ 3	+ 4,6
+ 1,8	+ 3.5	+ 5.1	— 0,4	+ 1,35	+ 3	+ 4,6	- 0,8	+ 0,9	+ 2,5	+ 4,1
+ 1,2	+ 3	+ 4.65	— 1	+ 0,8	+ 2,5	+ 4,15	— 1,4	+ 0,4	+ 2	+ 3,6
+ 0,7	+ 2.45	+ 4.2	— 1,55	+ 0,25	+ 2	+ 3.7	— 2	— 0,2	+ 1,5	+ 3,15
+ 0,1	+ 1.95	+ 3.7	— 2,1	— 0,3	+ 1,45	+ 3,2	— 2,6	— 0,7	+ 0,95	+ 2,7
— 0,4	+ 1.45	+ 3.25	— 2,7	— 0,85	+ 0,95	+ 2,75	— 3,15	— 1,3	— 0,45	+ 2,2
— 1	+ 0,9	+ 2.8	— 3,3	— 1,4	+ 0,45	+ 2,3	— 3,75	— 1,85	— 0,1	+ 1,75
— 1,5	+ 0,4	+ 2.3	— 3,9	— 2	— 0,1	+ 1,8	— 4,35	— 2,4	— 0,6	+ 1,25
— 2,1	— 0,1	+ 1,85	— 4,5	— 2,5	— 0,6	+ 1,3	— 5	— 2,9	— 1,1	+ 0,7
— 2,6	— 0.6	+ 1.4	— 5,1	— 3	— 1.1	+ 0,85	— 5,55	— 3,5	— 1,6	+ 0,3
— 3.15	— 1.1	+ 0.9	— 5,7	— 3.6	— 1,6	+ 0,4	— 6,15	— 4	— 2,1	— 0,1

refraction 39 D.

Tabelle XVIII.

+ 5,2	+ 6,6	+ 8,1	+ 3,35	+ 4,8	+ 6,2	+ 7,6	+ 2,95	+ 4,4	+ 5,75	+ 7,15
+ 4,65	+ 6,1	+ 7.6	+ 2,75	+ 4.25	+ 5,7	+ 7,15	+ 2,4	+ 3,85	+ 5,2	+ 6,7
+ 4,1	+ 5,6	+ 7,15	+ 2,15	+ 3.7	+ 5,15	+ 6,7	+ 1,8	+ 3,3	+ 4,7	+ 6,2
+ 3,6	+ 5,15	+ 6,7	+ 1,55	+ 3,15	+ 4,7	+ 6,2	+ 1,2	+ 2,75	+ 4,2	+ 5,75
+ 3	+ 5.65	+ 6,25	+ 1	+ 2,6	+ 4,2	+ 5,75	+ 0,6	+ 2,2	+ 3,7	+ 5,25
+ 2,5	+ 4,15	+ 5.7	+ 0,4	+ 2	+ 3,7	+ 5,3	0	+ 1,65	+ 3,2	+ 4,8
+ 1,95	+ 3.65	+ 5,3	— 0,2	+ 1,5	+ 3,2	+ 4,8	— 0,6	+ 1,1	+ 2,7	+ 4.3
+ 1,4	+ 3.15	+ 4,85	— 0,8	+ 1	+ 2,7	+ 4,35	— 1,15	+ 0,5	+ 2,2	+ 3,85
+ 0,85	+ 2,65	+ 4,4	— 1,4	+ 0,45	+ 2,2	+ 3,9	— 1,75	0	+ 1,7	+ 3,4
+ 0,3	+ 2,15	+ 3,9	— 2	— 0,1	+ 1,7	+ 3,4	— 2,35	— 0.55	+ 1,2	+ 2,9
— 0,25	+ 1,6	+ 3,5	— 2,6	— 0,65	+ 1,2	+ 2,95	— 2,95	— 1,1	+ 0,7	+ 2,45
— 0,7	+ 1,2	+ 3	— 3,2	— 1,2	+ 0,65	+ 2,5	— 3,5	— 1,65	+ 0,2	+ 2
— 1,3	+ 0,6	+ 2,5	— 3,8	— 1,75	+ 0,15	+ 2	— 4,1	— 2,2	— 0,3	+ 1.5
— 1,85	+ 0,1	+ 2,1	— 4,4	— 2,3	— 0,35	+ 1,5	— 4,7	— 2,75	— 0,8	+ 1
— 2,4	— 0,4	+ 1,6	— 4,95	— 2,85	— 0,85	+ 1	— 5,3	— 3,3	— 1,3	+ 0,6
— 2,95	— 0,9	+ 1,15	— 5,55	— 3,4	— 1,35	+ 0,6	— 5,9	— 3,85	— 1,85	+ 0,1

refraction 38 D.

Tabelle XIX.

+ 5,35	+ 6,8	+ 8,2	+ 3,45	+ 4,95	+ 6,4	+ 7,8	+ 3,15	+ 4,6	+ 5,9	+ 7,35
+ 4,8	+ 6,3	+ 7,8	+ 2,9	+ 4,4	+ 5,9	+ 7,3	+ 2,55	+ 4	+ 5,4	+ 6,9
+ 4,2	+ 5,8	+ 7,3	+ 2,3	+ 3,9	+ 5,4	+ 6,9	+ 2	+ 3,5	+ 4,9	+ 6,4
+ 3,75	+ 5,3	+ 6,9	+ 1,7	+ 3,35	+ 4,9	+ 6,4	+ 1,4	+ 2.95	+ 4,4	+ 5,95
+ 3,2	+ 4,8	+ 6,4	+ 1,1	— 2,8	+ 4,4	+ 5,95	+ 0,8	+ 2,4	+ 3,9	+ 5,5
+ 2,65	+ 4,3	+ 5,95	+ 0,55	+ 2,3	+ 3,9	+ 5,5	+ 0,2	+ 1,85	+ 3,4	+ 5
+ 2,1	+ 3,8	+ 5,5	0	+ 1,7	+ 3,4	+ 5	— 0,4	+ 1,3	+ 2,9	+ 4,55
+ 1,6	+ 3,3	+ 5	— 0,65	+ 1,2	+ 2,9	+ 4,55	- 1	+ 0,75	+ 2,4	+ 4,1
+ 1	+ 2,8	+ 4,6	— 1,2	+ 0,6	+ 2,4	+ 4,1	- 1,6	+ 0,2	+ 1,9	+ 3,6
+ 0,5	+ 2,3	+ 4,1	— 1,85	0	+ 1,85	+ 3,6	— 2,15	— 0,3	+ 1,4	+ 3,15
0	+ 1,8	+ 3,65	— 2,45	— 0,5	+ 1,35	+ 3,15	— 2,75	— 0,9	+ 0,9	+ 2,7
— 0,6	+ 1,3	+ 3,2	— 3	— 1	+ 0,85	+ 2,7	- 3,35	— 1,4	+ 0,4	+ 2,2
— 1,1	+ 0,8	+ 2,75	— 3,6	— 1.55	+ 0,35	+ 2,25	- 3,95	— 2	— 0,1	+ 1,75
— 1,7	+ 0,3	+ 2,3	— 4,3	— 2,1	— 0,15	+ 1,7	— 4,5	— 2,5	— 0,6	+ 1,3
— 2,2	— 0,2	+ 1,8	- 4,8	— 2,6	0,65	+ 1,3	— 5,1	— 3	— 1,1	+ 0,7
— 2,75	— 0,7	+ 1,35	- 5,35	— 3.15	1,15	+ 0,85	— 5,7	— 3,6	— 1,6	+ 0,35

Tabelle XX.

Hornhaut-
$\delta =$
Correctionsglas 15 mm

Refraction des Vollauges	Refraction des Brechwerth				
	10 D	11 D	12 D	13 D	14 D
— 1 D	+ 6,5	+ 7,1	+ 7,75	+ 8,35	+ 8,9
— 2	+ 5,8	+ 6,5	+ 7,1	+ 7,75	+ 8,3
— 3	+ 5,1	+ 5,8	+ 6,5	+ 7,1	+ 7,75
— 4	+ 4,45	+ 5,15	+ 5,85	+ 6,5	+ 7,15
— 5	+ 3,75	+ 4,5	+ 5,2	+ 5,9	+ 6,5
— 6	+ 3,05	+ 3,8	+ 4,55	+ 5,25	+ 5,95
— 7	+ 2,35	+ 3,15	+ 3,9	+ 4,65	+ 5,35
— 8	+ 1,65	+ 2,5	+ 3,25	+ 4	+ 4,75
— 9	+ 0,95	+ 1,8	+ 2,6	+ 3,4	+ 4,15
— 10	+ 0,25	+ 1,15	+ 1,95	+ 2,8	+ 3,5
— 11	— 0,45	+ 0,5	+ 1,3	+ 2,15	+ 2,95
— 12	— 1,15	— 0,2	+ 0,65	+ 1,5	+ 2,3
— 13	— 1,85	— 0,85	0	+ 0,9	+ 1,75
— 14	— 2,55	— 1,5	— 0,6	+ 0,25	+ 1,15
— 15	— 3,25	— 2,2	— 1,3	— 0,35	+ 0,55
— 16	— 3,95	— 2,85	— 1,95	— 1	0
— 17	— 4,65	— 3,5	— 2,55	— 1,6	— 0,6
— 18	— 5,35	— 4,2	— 3,2	— 2,2	— 1,2
— 19	— 6,05	— 4,85	— 3,85	— 2,85	— 1,8
— 20	— 6,75	— 5,5	— 4,5	— 3,5	— 2,4
— 21	— 7,45	— 6,2	— 5,15	— 4,1	— 3
— 22	— 8,1	— 6,85	— 5,8	— 4,7	— 3,6
— 23	— 8,8	— 7,5	— 6,45	— 5,3	— 4,2
— 24	— 9,5	— 8,15	— 7,1	— 5,95	— 4,8
— 25	— 10,2	— 8,8	— 7,7	— 6,55	— 5,4
— 26	— 10,9	— 9,5	— 8,4	— 7,2	— 6
— 27	— 11,6	— 10,15	— 9	— 7,8	— 6,55
— 28	— 12,3	— 10,8	— 9,65	— 8,4	— 7,15
— 29	— 13	— 11,5	— 10,3	— 9,05	— 7,75
— 30	— 13,7	— 12,2	— 11	— 9,7	— 8,35

finden können, dass 23 D der Myopie von Achsenverlängerung und 7 D von zu hohem Brechwerthe der Linse herrühren. Also $^1/_4$ der Myopie wäre Linsenmyopie. Bei Otto habe ich eine Angabe gefunden, dass ein Myop von 14 D nach Myopieoperation eine Hypermetropie von 7 D hatte. Dieser Fall stimmt auch mit dem schematischen Auge nach v. Helmholtz, und wir können in ähnlicher Weise wie vorher ableiten, dass die Hälfte der Myopie Linsenmyopie wäre. Drei Fälle von Myopie von 26 D, die nach Myopieoperation emmetropisch wurden, zwei Fälle von Myopie von 20 D, die nach Phakolyse eine Hypermetropie von 3 D hatten, können auch sehr wohl einen brechenden Apparat, wie den von v. Helmholtz angegebenen,

Tabelle XX.

refraction 43 D.

3,54 mm.

vor dem Hornhautscheitel.

aphakischen Auges

der Linse in situ

15 D	16 D	17 D	18 D	19 D	19,75 D
+ 9,4	+ 10	+ 10,6	+ 11,05	+ 11,55	+ 12,2
+ 8,85	+ 9,45	+ 10,05	+ 10,55	+ 11	+ 11,7
+ 8,3	+ 8,9	+ 9,5	+ 10,05	+ 10,55	+ 11,25
+ 7,7	+ 8,35	+ 9	+ 9,55	+ 10,05	+ 10,8
+ 7,15	+ 7,8	+ 8,5	+ 9	+ 9,55	+ 10,3
+ 6,55	+ 7,25	+ 7,95	+ 8,5	+ 9,1	+ 9,85
+ 6	+ 6,7	+ 7,4	+ 8	+ 8,6	+ 9,35
+ 5,55	+ 6,15	+ 6,9	+ 7,5	+ 8,1	+ 8,9
+ 4,85	+ 5,6	+ 6,3	+ 7	+ 7,6	+ 8,4
+ 4,3	+ 5	+ 5,8	+ 6,45	+ 7,1	+ 7,9
+ 3,7	+ 4,5	+ 5,25	+ 5,95	+ 6,6	+ 7,4
+ 3,1	+ 3,9	+ 4,7	+ 5,4	+ 6,1	+ 7
+ 2,55	+ 3,35	+ 4,2	+ 4,9	+ 5,65	+ 6,5
+ 2	+ 2,8	+ 3,65	+ 4,4	+ 5,15	+ 6
+ 1,4	+ 2,25	+ 3,1	+ 3,9	+ 4,65	+ 5,55
+ 0,8	+ 1,7	+ 2,6	+ 3,4	+ 4,15	+ 5,05
+ 0,25	+ 1,15	+ 2	+ 2,9	+ 3,65	+ 4,6
— 0,3	+ 0,6	+ 1,5	+ 2,35	+ 3,15	+ 4,1
— 0,9	0	+ 1	+ 1,85	+ 2,7	+ 3,65
— 1,5	— 0,5	+ 0,45	+ 1,35	+ 2,2	+ 3,15
— 2	— 1	0	+ 0,85	+ 1,7	+ 2,7
— 2,6	— 1,6	— 0,6	+ 0,3	+ 1,2	+ 2,2
— 3,2	— 2,15	— 1,15	— 0,2	+ 0,7	+ 1,75
— 3,75	— 2,7	— 1,7	— 0,7	+ 0,2	+ 1,25
— 4,35	— 3,25	— 2,25	— 1,2	— 0,3	+ 0,7
— 4,9	— 3,8	— 2,8	— 1,7	— 0,75	+ 0,3
— 5,5	— 4,35	— 3,3	— 2,2	— 1,25	— 0,1
— 6,05	— 4,9	— 3,85	— 2,7	— 1,75	— 0,6
— 6,65	— 5,45	— 4,4	— 3,2	— 2,25	— 1,1
— 7,2	— 6	— 4,9	— 3,75	— 2,75	— 1,55

gehabt haben. Es ist möglich, dass auch kleinere Brechwerthe als 16 D vorkommen. Angaben, dass eine Myopie von 9 bis 10 D durch Entfernen der Linse in Emmetropie umgewandelt wurde, dass ein Auge mit einer Myopie von 20 D nach Beseitigung der Linse noch eine Myopie von 7 D hatte, sprechen dafür, und würden bei mittlerer Hornhautrefraction und $\delta = 3{,}54$ mm mit einem Brechwerth der Linse von 10 D übereinstimmen. Sie lassen sich mit einem Brechwerth der Linse von 16 D nur erklären, wenn wir eine enorme Vertiefung der Vorderkammer annehmen.

Warum sollte auch nicht der Brechwerth der Linse variiren, da die Hornhautrefraction und der Werth von δ Variationen unter-

worfen sind. Wie will man sonst erklären, dass Augen mit einer Myopie von 9 D bis 26 D nach Beseitigung der Linse emmetropisch werden oder dass die Refraction des aphakischen Auges bei ein und demselben Grad von Myopie des Vollauges um 10 D variirt? (Ich meine nur den statischen Brechwerth.)

Um diese durch Veränderung der Hornhautrefraction und des Werthes von δ zu erklären, wäre erforderlich, dass δ eine Veränderung bis etwa 8 mm erführe. Dies ist kaum möglich. Es liegt näher, Aenderung des Brechwerthes der Linse neben Aenderung der Hornhautrefraction und des Werthes von δ anzunehmen. Da der Brechungsindex des Kammerwassers und des Glaskörpers bei allen Messungen sich sehr constant gezeigt hat, spricht nicht viel dafür, dass die Verschiedenheit der Refraction des aphakischen Auges nach Myopieoperationen darauf beruht. Auch ist wohl anzunehmen, dass der totale Brechungsindex der Linse mindestens bei jugendlichen Individuen sehr constant ist und die verschiedenen Brechwerthe der Linse auf die Veränderungen des Durchmessers der brechenden Flächen zurückzuführen sind. Das Wort Linsenmyopie will ich doch nicht annehmen, weil es sehr wohl möglich ist, dass emmetropische und hypermetropische Augen sowohl höhere wie kleinere Brechwerthe als den Mittelwerth von 16 D haben können. Besser ist von Verschiedenheit des Brechwerthes der Linse zu sprechen.

Fig. 2.

II. Sehschärfe.

Wenn wir nur mit der Veränderung der Grösse des Netzhautbildes rechnen und also die Perceptionsfähigkeit im Vollauge und im aphakischen Auge gleich gross annehmen, so muss das kleinste wahrnehmbare Netzhautbild des Vollauges gleich demjenigen des aphakischen Auges sein. Ist 0 das kleinste Object, das ein normalsichtiges Auge in einer bestimmten Ent-

fernung unterscheiden kann, und 0, das kleinste Object, das ein anderes Auge in derselben Entfernung unterscheiden kann, so ist die Sehschärfe des letzteren Auges $= S = \frac{0}{0,}$.

Setzen wir die Sehschärfe des Vollauges gleich S_1, die Sehschärfe des aphakischen Auges $= S_2$, die vordere Brennweite des aus dem Vollauge und aus einem in der Entfernung d vom Hornhautscheitel aufgestellten Glas R_1 zusammengesetzten Systems $= \Phi_1$, die Entfernung der Sehproben vom vorderen Brennpunkt des zusammengesetzten Systems $= L,$, die vordere Brennweite des aus dem aphakischen Auge und aus einem in derselben Entfernung d aufgestellten Glas R_2 zusammengesetzten Systems $= \varphi_1$, die Entfernung der Sehproben vom vorderen Brennpunkte des letzten Systems $= l,$, das kleinste Netzhautbild $= \beta$, so gilt:

$$S_1 = \frac{0}{0,},\ S_2 = \frac{0}{0,,},\ \frac{\beta}{0,} = \frac{\Phi,}{L,},\ \frac{\beta}{0,,} = \frac{\varphi,}{l,},\ S_2 = S_1 \cdot \frac{\varphi, L,}{\Phi, l,}$$

Wir nehmen an, dass wir die Sehschärfe zuerst in grosser Entfernung, etwa in 5 m Entfernung, bestimmen. Die Entfernung der Sehproben vom Brillenglas nehmen wir $= A$.

$$\Phi_1 = \frac{\frac{1}{R_1} \cdot F_1}{\frac{1}{R_1} + F_1 - (d + h_1)},\quad \varphi_1 = \frac{\frac{1}{R_2} \cdot f_1}{\frac{1}{R_2} + f_1 - d}$$

$$L, = A + \frac{\frac{1}{R_1} \cdot (d + h_1)}{\frac{1}{R_1} + F_1 - (d + h_1)} - \frac{\frac{1}{R_1} \cdot F_1}{\frac{1}{R_1} + F_1 - (d + h_1)}$$

$$l, = A + \frac{\frac{1}{R_2} \cdot d}{\frac{1}{R_2} + f_1 - d} - \frac{\frac{1}{R_2} \cdot f_1}{\frac{1}{R_2} + f_1 - d}$$

Setzen wir die letzten Ausdrücke von $\Phi_1 \varphi_1 L, l,$ in der Formel $S_2 = S_1 \cdot \frac{\varphi}{\Phi_1} \cdot \frac{L,}{l,}$ ein, erhalten wir nach Transformationen:

$$S_2 = S_1 \cdot \frac{f_1}{F_1} \cdot \frac{1 + |F_1 - (d + h_1)| \left(R_1 - \frac{1}{A}\right)}{1 + (f_1 - d)\left(R_2 - \frac{1}{A}\right)} \qquad (1)$$

Mass in ganzen Metern. Es ist doch einleuchtend, dass für grosse

Entfernungen $R_{1\infty} - \frac{1}{A'} = R_{1\infty}$ und $R_{2\infty} - \frac{1}{A} = R_{2\infty}\left(\frac{1}{A} = \frac{1}{\infty} = 0\right)$ ist. In welcher Entfernung aber wir die Sehschärfe messen, ist gleich, wenn nur das Auge nicht accommodirt. Einige Beispiele werden dies am besten beleuchten. Ein Myop von 20 D ($R_1 - 20$) gebraucht, um die Sehproben in ∞-Entfernung zu sehen: — 20 D, in 0,1 Meter: — 10 D und in 0,05 Meter: kein Glas. Also:

$$R_1 - \frac{1}{A} = -20 - \frac{1}{\infty} = -10 - \frac{1}{0{,}1} = 0 - \frac{1}{0{,}05} = -20 = R_1.$$

Ein aphakischer Emmetrop ($R_2 = 0$) gebraucht, um die Sehproben in ∞-Entfernung zu sehen, kein Glas, in 0,1 Meter + 10 D und in 0,05 Meter + 20 D. Also:

$$R_2 - \frac{1}{A} = 0 - \frac{1}{\infty} = +10 - \frac{1}{0{,}1} = +20 - \frac{1}{0{,}05} = 0 = R_2.$$

Ein aphakischer Hypermetrop 10 D ($R_2 = +10$) gebraucht, um die Sehproben in ∞-Entfernung zu sehen: + 10 D, in 0,1 Meter: + 20 D und in 0,05 Meter: + 30 D. Also:

$$R_2 - \frac{1}{A} = +10 - \frac{1}{\infty} = +20 - \frac{1}{0{,}1} = +30 - \frac{1}{0{,}05} = +10 = R_2.$$

Dann erhalten wir, wenn wir Millimeterrechnung einführen:

$$S_2 = S_1 \cdot \frac{f_1}{F_1} \cdot \frac{1 + \frac{[F_1 - (d + h_1)]R_1}{1000}}{1 + \frac{(f_1 - d)R_2}{1000}} = S_2 = S_1 \cdot k.$$

Die Formel ist gültig für jede Entfernung, wenn wir nur die Sehschärfe des Vollauges und des aphakischen Auges in gleicher Entfernung vom Brillengestell messen.

Setzen wir die Gläser in den vorderen Brennpunkt des Vollauges und aphakischen Auges, so erhalten wir $S_2 = S_1 \frac{f_1}{F_1}$. Dasselbe erhalten wir, wenn wir die Gläser in den vorderen Brennpunkt des Vollauges setzen und R_2 null wird. Uebrigens hat schon Gullstrand dasselbe Verhältniss $\frac{f_1}{F_1}$ zwischen der Sehschärfe des Vollauges und aphakischen Auges gefunden, und Schanz im Fall von Emmetropie des aphakischen Auges. Es ist doch leicht zu finden, dass dieses Verhältniss $\frac{f_1}{F_1}$ nicht viel überschritten wird, auch wenn die Gläser nicht absolut genau im vorderen Brennpunkt des Vollauges und des aphakischen Auges, sondern etwa in 15 mm vor dem Hornhautscheitel

stehen. Am grössten wird k, wenn die Gläser in grösserer Entfernung vom Hornhautscheitel als $F_1 - h_1$ stehen, und R_2 negativ wird, am kleinsten, wenn wir die Gläser nahe dem Hornhautscheitel halten.

Folgende kleine Tabelle habe ich mit der Formel berechnet:

$\delta = 3{,}54$ mm.

Refraction des Vollauges	Schematisches Auge nach Tscherning			Schematisches Auge nach v. Helmholtz		
	Hornhautrefraction			Hornhautrefraction		
	50 D	42 D	38 D	50 D	42 D	38 D
	k	k	k	k	k	k
Em.	1,27	1,29	1,3	1,34	1,37	1,40
— 10 D	1,32	1,35	1,36	1,39	1,43	1,49
— 20	1,38	1,41	1,42	1,47	1,5	1,53
— 30	1,45	1,48	1,5	1,55	1,58	1,6
— 40	1,51	1,54	1,56	1,63	1,67	1,69

So bedeutende Vergrösserungen, wie sie Leber gefunden hat, zeigt die Tabelle nicht.

Literaturverzeichniss.

1877. Badal, Methode nouvelle pour le Diagnostic retrospectiv de la réfraction du Cristallin et d'une façon générale dans l'aphakie. Annales d'oculistique. Vol. LXXX.
1880. Oftalmometriska Studier af Blix. Upsala läkare förenings förhandlingar.
1880. Nagel in Graefe-Saemisch, Handbuch d. ges. Augenheilk.
1882. v. Helmholtz, Physiologische Optik.
1887. Wecker-Landolt, Traité d'ophtalmologie. III. Paris.
1891. Gullstrand, Om somtidig bestämning af refraktion och synskärpa. Nordiskt medicinskt Archiv. Bd. XXIII.
1891. Ostwalt, De la réfraction de l'oeil fort myope à l'état d'aphakie avec remarques sur les avantages du choix uniforme du foyer antérieur de l'oeil muni du cristallin comme point de départ pour toutes les mesures de la réfraction même de l'oeil aphake. Recueil d'ophtalm.
1891. Ostwalt, Einige Worte über Gläsercorrection bei Aphakie. v. Zehender's klin. Monatsblätter f. Augenheilk. S. 283.
1891. Dimmer, Zur Gläsercorrection bei Aphakie. Ebendas. S. 111.
1892. Ostwalt, De la réfraction de l'oeil fort myope à l'état d'aphakie. Revue générale d'ophtalmologie.
1892. Parent, Vision des myopes aphakes.
1893. Martin Valeur, Réfractive du cristallin chez les myopes. Ibidem.
1895. Épéron, De la correction opérative de la myopie forte. Arch. d'ophtalm. Vol. XV.
1895. Greeff, Ueber die Bedeutung der Linse bei Myopie. v. Zehender's Klin. Monatsblätter.
1895. Schanz, Ueber die Zunahme der Sehschärfe bei der operativen Beseitigung hochgradiger Kurzsichtigkeit. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XLI. Bd. S. 109.

1895. Steiger, Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Hornhautrefraction. Wiesbaden.
1896. Fukala, Heilung höchstgradiger Kurzsichtigkeit. Wien.
1896. Stadfeldt, Die Veränderung der Refraction nach Extraction der Linse. v. Zehender's Klin. Monatsblätter. 1896. XXXIV. S. 81.
1897. Otto, Beobachtungen über hochgradige Kurzsichtigkeit und ihre operative Behandlung. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XLIII. Bd. S. 323 und S. 543.
1897. Leber, Bemerkungen über die Sehschärfe hochgradig myopischer Augen vor und nach operativer Beseitigung der Linse. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XLIII. Bd. S. 218.
1897. Fukala, Zur Verbesserung der Sehschärfe nach Myopieoperationen. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XLIII. Bd. S. 206.
1897. Schön, Der Brechungsverlust bei Linsenentfernung. Centralbl. f. prakt. Augenheilk. S. 1.
1897. Hirschberg, Ueber die Vermindung der Kurzsichtigkeit durch Linsenentfernung. Ibidem. S. 65.
1897. Gelpke und Bihler, Die operative Behandlung der myopischen Schwachsichtigkeit. Deutschmann's Beiträge z. Augenheilk. III. Bd. 28. Heft. S. 593.
1898. Hess, Ueber den Einfluss, den der Brechungsindex des Kammerwassers auf die Gesammtrefraction des Auges hat. v. Zehender's Klin. Monatsblätter. S. 274.
1898. Tscherning, Optique physiologique. Paris.
1898. Stadfeldt, Det menneskeliga linses optiske Constanter. Kopenhagen.
1900. Pflüger, Operative Beseitigung der durchsichtigen Linse. Wiesbaden.

Druck von Pöschel & Trepte in Leipzig.